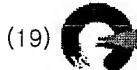


Please Click here to view the drawing



KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

KOREAN PATENT ABSTRACTS

(11)Publication number: 1020040010091 A  
 (43)Date of publication of application: 31.01.2004

(21)Application number: 1020030022624

(71)Applicant:

SOLUTIONIX CORP.

(22)Date of filing: 10.04.2003

(72)Inventor:

JANG, MIN HO

(51)Int. Cl

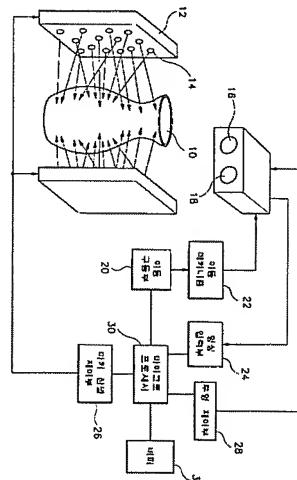
G01B 11 /25

(54) APPARATUS AND METHOD FOR AUTOMATICALLY ALIGNING 3D DATA BY USING OPTICAL MARKER

(57) Abstract:

PURPOSE: An apparatus and a method for automatically aligning 3D data are provided to automatically align 3D data without making damage to an object by using a non-contact type marker.

CONSTITUTION: An apparatus for automatically aligning 3D data includes a marker generating section(12), a projection section(16), an image obtaining section(18), a driving section(20), a moving mechanism(22), an image input section(24), a marker control section(26), a projection control section(28), a microprocessor(30) and a buffer(32). The marker generating section(12) forms a pattern on an object(10) to be measured such that the image obtaining section(18) recognizes the pattern. The marker generating section(12) has plural marker output parts(14). The projection section(16) includes a light source, a pattern film and a lens so as to project predetermined patterns on the surface of the object(10).



copyright KIPO 2004

Legal Status

Date of request for an examination (20030410)

Notification date of refusal decision (00000000)

Final disposal of an application (registration)

Date of final disposal of an application (20050601)



# (19) 대한민국특허청(KR)

## (12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>  
G01B 11/25

(11) 공개번호  
(43) 공개일자  
10-2004-0010091  
2004년01월31일

(21) 출원번호  
(22) 출원일자  
10-2003-0022624  
2003년04월10일

(30) 우선권주장 1020020043830 2002년07월25일 대한민국(KR)

(71) 출원인 주식회사 솔루션닉스  
서울특별시 강남구 도곡동 424-6 대은빌딩

(72) 발명자 장민호  
서울특별시 서초구 잠원동 잠원한신아파트 3-1203

(74) 대리인 한양특허법인

심사청구 : 있음

### (54) 광학식 마커를 이용한 3차원 측정 테이터 자동 정렬장치 및 그 방법

#### 요약

본 발명은 광학적으로 생성할 수 있는 비접촉식의 마커를 이용하여 측정 대상물의 측정부위를 손실되지 않은 상태에서 서로 다른 각도에서 측정된 3차원 데이터를 자동으로 정렬시키는 것이 가능하도록 된 광학식 마커를 이용한 3차원 측정 데이터 자동 정렬장치 및 그 방법을 제공한다.

이를 위해 본 발명은 소정의 측정 대상물로부터 여러 각도에서 촬영되어 획득된 3차원 측정 데이터를 정렬하는 3차원 데이터 측정장치에 있어서, 다수의 광학적인 마커를 상기 측정 대상물의 표면에 투영하는 광학식 마커 발생수단과; 상기 측정 대상물에 대한 3차원 측정을 위해 측정 대상물의 표면에 무늬패턴을 투영하는 3차원 투영수단; 상기 측정 대상물로부터 광학식 마커 발생수단에 의해 투영된 마커를 포함하는 2차원 영상을 획득함과 더불어, 상기 3차원 투영 수단에 의해 투영되는 측정 대상물의 3차원 측정데이터를 획득하는 영상획득 수단 및; 상기 영상획득 수단에 의하여 획득된 2차원 영상과 3차원 측정데이터와의 관계로부터 마커의 3차원 위치를 추출하고, 각 3차원 측정데이터에 의한 마커의 위치로부터 3차원 측정 데이터의 상대적인 위치를 찾는 연산을 수행하는 제어수단으로 구성된 것을 특징으로 하는 광학식 마커를 이용한 3차원 측정 데이터 자동 정렬장치를 제공한다.

#### 대표도

도 3

#### 명세서

#### 도면의 간단한 설명

도 1은 종래의 스티커식 마커를 측정 대상물에 부착하여 3차원적으로 측정하기 위한 상태를 예시적으로 나타낸 도면, 도 2는 스티커식 마커를 기준 표식으로 하여 서로 다른 측정 데이터를 정렬하는 상태를 예시적으로 나타낸 도면,

도 3은 본 발명의 제 1실시예에 따른 광학식 마커를 이용한 3차원 측정 데이터 자동 정렬장치에 대한 구성을 나타낸 도면,

도 4a 내지 도 4c는 본 발명의 바람직한 제 1실시예에 따라 광학식 마커를 이용하여 2차원 영상데이터를 획득하는 상태와, 패턴무늬를 이용하여 3차원 측정데이터를 획득하는 상태를 예시적으로 나타낸 도면,

도 5는 본 발명의 바람직한 제 1실시예에 따라 광학식 마커의 점등과 소등에 의해 획득되는 2차원 영상데이터로부터 마커의 2차원 위치를 추출하는 상태를 예시적으로 나타낸 도면,

도 6은 카메라의 렌즈중심과 마커의 2차원 위치로부터 마커의 3차원 위치를 추출하는 상태를 예시적으로 나타낸 도면,

도 7a 및 도 7b는 본 발명의 바람직한 제 1실시예에 따라 서로 다른 영상데이터에서의 삼각형 비교에 의해 마커의 짹을 구하는 동작을 예시적으로 나타낸 도면,

도 8a 내지 도 8d는 본 발명의 바람직한 제 1실시예에 따라 서로 다른 영상데이터에서의 삼각형 비교에 있어서 서로 다른 위치에 있는 삼각형의 짹을 일치시키는 변환 동작을 예시적으로 나타낸 도면,

도 9는 본 발명의 바람직한 제 1실시예에 따라 서로 다른 영상데이터에서 가상적인 마커를 구함에 의해 마커의 짹을 구하는 동작을 예시적으로 나타낸 도면,

도 10a 및 도 10b는 본 발명의 제 1실시예에 따른 광학식 마커를 이용한 3차원 측정 데이터 자동 정렬방법에 대한 동작을 설명하기 위한 플로우차트,

도 11은 본 발명의 제 2실시예에 따른 광학식 마커를 이용한 3차원 측정 데이터 자동 정렬장치에 대한 구성을 나타낸 도면,

도 12는 본 발명의 제 2실시예에 따른 광학식 마커를 이용한 3차원 측정 데이터 자동 정렬방법에 대한 동작을 설명하기 위한 플로우차트,

도 13은 본 발명의 제 3실시예에 따른 광학식 마커를 이용한 3차원 측정 데이터 자동 정렬방법에 대한 동작을 설명하기 위한 플로우차트,

도 14는 본 발명의 제 4실시예에 따른 광학식 마커를 이용한 3차원 측정 데이터 자동 정렬장치에 대한 구성을 나타낸 도면,

도 15는 본 발명의 제 5실시예에 따른 광학식 마커를 이용한 3차원 측정 데이터 자동 정렬장치에 대한 구성을 나타낸 도면,

도 16은 본 발명의 제 6실시예에 따른 광학식 마커를 이용한 3차원 측정 데이터 자동 정렬장치에 대한 구성을 나타낸 도면,

도 17a 및 도 17b는 본 발명의 제 6실시예에 따른 광학식 마커를 이용한 3차원 측정 데이터 자동 정렬방법에 대한 동작을 설명하기 위한 플로우차트,

도 18은 기준 좌표계에 의해 측정 데이터를 정렬할 때의 오차를 설명하기 위한 도면,

도 19는 절대 좌표계에 의해 측정 데이터를 정렬할 때의 오차를 설명하기 위한 도면,

도 20은 본 발명의 제 7실시예에 따른 광학식 마커를 이용한 3차원 측정 데이터 자동 정렬장치에 대한 구성을 나타낸 도면,

도 21a 및 도 21b는 본 발명의 제 7실시예에 따른 광학식 마커를 이용한 3차원 측정 데이터 자동 정렬방법에 대한 동작을 설명하기 위한 플로우차트,

도 22는 도 20에 도시된 대영역 영상획득부를 이용해 얻는 영상의 일예를 도시한 도면,

도 23은 도 20에 도시된 대영역 영상획득부 및 영상획득부를 이용해 얻는 영상의 일예를 도시한 도면,

도 24는 본 발명의 제 8실시예에 따른 광학식 마커를 이용한 3차원 측정 데이터 자동 정렬장치에 대한 구성을 나타낸 도면,

도 25a 및 도 25b는 본 발명의 제 8실시예에 따른 광학식 마커를 이용한 3차원 측정 데이터 자동 정렬방법에 대한 동작을 설명하기 위한 플로우차트,

도 26a는 도 24에 도시된 한쌍의 대영역 영상획득부를 이용해 얻는 영상의 일예를 도시한 도면,

도 26b는 도 20에 도시된 한쌍의 대영역 영상획득부 및 영상획득부를 이용해 얻는 영상의 일예를 도시한 도면,

도 27은 본 발명의 제 8실시예의 원리에 대해 설명하기 위한 개략도,

도 28은 본 발명의 제 9실시예에 따른 광학식 마커를 이용한 3차원 측정 데이터 자동 정렬장치에 대한 구성을 나타낸 도면,

도 29는 본 발명의 제 9실시예에 따른 광학식 마커를 이용한 3차원 측정 데이터 자동 정렬방법에 대한 동작을 설명하기 위한 플로우차트,

도 30은 본 발명의 제 10실시예에 따른 광학식 마커를 이용한 3차원 측정 데이터 자동 정렬방법에 대한 동작을 설명하기 위한 플로우차트,

도 31은 본 발명의 제 11실시예에 따른 마커 발생장치에 대한 구성을 나타낸 도면이다.

<도면의 주요부분에 대한 부호의 설명>

10:측정 대상물, 12:마커 발생기,

14:마커 출력부, 16:투영부,

18:영상획득부, 20:이동 구동부,

22:이동 메카니즘, 24:영상 입력부,

26:마커 점멸 제어부, 28:투영 제어부,

30:マイ크로 프로세서, 32:버퍼.

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 광학식 마커를 이용한 3차원 측정 데이터 자동 정렬장치 및 그 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 3차원 측정 대상물의 형상을 다양한 위치와 각도에서 측정하여 3차원 측정 데이터를 얻은 후, 이를 3차원 측정 데이터의 상대적인 위치를 하나의 좌표계에서 자동으로 정렬하기 위한 광학식 마커를 이용한 3차원 측정 데이터 자동 정렬장치 및 그 방법에 관한 것이다.

일반적으로, 광학식 3차원 측정 장치는 소정의 측정 대상물을 측정할 때 3차원 측정 장치가 볼 수 있는 영역에 대하여 만 표면의 3차원 데이터를 얻을 수 있었다. 따라서, 3차원 측정 장치가 볼 수 없는 물체의 다른 영역을 측정하기 위해서는 측정 대상물을 회전 또는 이동시키거나 측정 장치 자체를 이동시켜 측정하고자 하는 부분을 볼 수 있도록 위치 시킨 후에 측정하여야 한다. 또한, 이러한 측정데이터를 통해서 완벽한 3차원 데이터를 얻기 위해서는 여러 방향 및 각도에서 3차원 측정 대상물을 측정하고 이들 데이터를 하나의 좌표계에 정렬하여 합성하는 과정을 수행하여야 한다.

이 때, 하나의 좌표계에 정렬하는 이유는 일반적으로 각각의 측정 데이터가 측정장치에 고정되어 있는 좌표계를 기준으로 정의가 되는데, 다른 각도에서 물체를 촬영하기 위하여 3차원 측정 장치를 다른 위치와 각도로 이동한 경우에는 이동된 위치에서 측정된 3차원 데이터가 3차원 측정 장치와 함께 이동된 좌표계에서 정의되고, 서로 다른 위치에서 촬영된 데이터는 서로 다른 좌표계에서 정의되어 있기 때문이다.

이러한 좌표계를 일치시키기 위해서는 측정장치가 이동된 양을 알아야 하는데, 그 이동량을 계산하는 방법으로는 수치적으로 제어되는 장치를 이용하여 측정장치를 움직임으로써 절대적인 이동량을 알아내는 방법과, 측정된 데이터 정보만을 가지고 측정장치가 이동된 양을 계산하는 방법이 있다. 후자와 같이 측정된 데이터 정보만을 가지고 측정장치가 이동된 양을 계산하는 경우에는 물체를 측정할 때 측정 데이터가 서로 겹치도록 측정하여야 하며, 사용자가 서로 다른 각도에서 측정된 측정 데이터 중에 서로 겹치는 부분에서 대응점을 입력하고 그 입력된 대응점이 서로 일치되도록 좌표 변환을 한다.

이 때, 측정 데이터에서 서로 겹치는 부분에 대한 대응점을 수동으로 입력하는 작업은 작업자에 따라서 대응점을 입력할 때 오차가 발생할 수 있으며, 특히 물체 표면에 특징적인 형상이 없는 경우에는 더 많은 오차가 발생하게 된다. 또한, 물체의 크기가 크고 형상이 복잡한 경우에는 3차원 측정 장치의 각도 및 위치를 바꾸어 가며 수십에서 수백 번의 측정을 반복적으로 수행해야 하기 때문에 작업자가 대응점을 입력하는 시간이 길어지고, 수작업으로 인한 오차가 누적되기도 하며, 작업자의 실수로 인하여 잘못된 대응점이 입력되거나 대응점이 누락됨으로써 올바르지 않은 정렬이 이루어지는 경우가 빈번히 발생된다.

상기한 단점을 보완하기 위하여 최근에는 마커(marker) 또는 타겟(target)이라고 불리는 표식이 가능한 소형의 물체를 측정하고자 하는 측정 대상물의 표면에 부착할 수 있도록 함에 의해, 그 마커 또는 타겟의 표식을 인식하여 작업자가 정확한 대응점을 입력하도록 도움을 주는 방식이 개발되어 있고, 더 나아가서 영상 처리 알고리즘을 통하여 대응점 인식을 자동화하는 기술도 개발되어 있는 상태이다.

즉, 도 1은 종래의 스티커식 마커를 측정 대상물에 부착하여 3차원적으로 측정하기 위한 상태를 예시적으로 나타낸 도면으로서, 동 도면에서는 소정의 3차원 형상을 갖는 측정 대상물(2)의 전체적인 표면을 따라 다수의 마커(4)를 불규칙적으로 부착시키고, 각각의 마커(4)가 부착된 측정 대상물(2)의 표면을 각 영역별로 겹치도록 반복적으로 촬영하게 된다.

다수의 마커(4)가 부착된 측정 대상물(2)의 표면을 겹치도록 촬영하여 복수의 측정 데이터를 획득하게 되면, 작업자의 수작업에 의해 각 측정 데이터 간의 마커(4)에 의한 대응점 인식처리를 수행하게 되는 바, 이는 도 2에 도시된 바와 같다.

도 2에 도시된 바와 같이, 상기 측정 대상물(2)의 표면에 대해 상호 겹치는 영역을 촬영한 제 1 및 제 2측정 데이터(I1, I2)가 획득되는 경우에, 상기 제 1측정 데이터(I1)와 제 2측정 데이터(I2)에 각각 포함되어 있는 마커 영상데이터(M1)(M2)들 간의 공통되는 숫자를 작업자가 검색하여 대응점으로서 일치시킴에 의해, 각 측정 데이터를 정렬시킬 수 있도록 하고 있다.

한편, 대응점의 인식을 자동화하는 기술의 경우에는 각각의 마커에 서로 다른 패턴을 넣고 영상 처리를 통하여 고유한 마커를 찾아 이들을 기준으로 하여 서로 다른 측정 데이터를 자동으로 정렬하는 방법을 사용하기도 한다.

### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

하지만, 종래의 마커를 사용한 측정 데이터의 대응점 인식기술의 경우에는 측정 대상물에 대해서 마커가 물리적으로 일정 부피를 차지하기 때문에 측정 대상물의 표면에 마커를 부착하게 되면 측정물 표면의 일부를 가릴 수밖에 없고, 마커에 의해 가려진 부분은 측정 데이터로부터 손실되는 단점을 가지고 있다.

이러한 경우 마커가 있던 부분에서 손실된 데이터는 추후 보간법을 이용하여 추측하여 매우거나, 마커를 빼어내고 다시 측정을 수행하여 손실된 부분의 측정 데이터를 다시 획득하는 방법이 있으나, 이러한 방법들은 모두 작업 시간이 많이 소요될 뿐 아니라, 측정 정밀도가 떨어지는 단점이 있다.

본 발명은 전술한 바와 같은 문제점을 해결하기 위한 것으로, 그 목적은 광학적으로 생성할 수 있는 비접촉식의 마커를 이용하여 측정 대상물의 측정부위를 손실되지 않은 상태에서 서로 다른 각도에서 측정된 3차원 데이터를 자동으로 정렬시키는 것이 가능하도록 된 광학식 마커를 이용한 3차원 측정 데이터 자동 정렬장치 및 그 방법을 제공하는 것이다.

## 발명의 구성 및 작용

상기한 목적을 달성하기 위해 본 발명의 장치에 따르면, 소정의 측정 대상물로부터 여러 각도에서 촬영되어 획득된 3차원 측정 데이터를 정렬하는 3차원데이터 측정장치에 있어서, 다수의 광학적인 마커를 상기 측정 대상물의 표면에 투영하는 광학식 마커 발생수단과, 상기 측정 대상물에 대한 3차원 측정을 위해 측정 대상물의 표면에 무늬패턴을 투영하는 3차원 투영수단, 상기 측정 대상물로부터 광학식 마커 발생수단에 의해 투영된 마커를 포함하는 2차원 영상을 획득함과 더불어, 상기 3차원 투영수단에 의해 투영되는 측정 대상물의 3차원 측정데이터를 획득하는 영상획득 수단 및, 상기 영상획득 수단에 의하여 획득된 2차원 영상과 3차원 측정데이터와의 관계로부터 마커의 3차원 위치를 추출하고, 각 3차원 측정데이터에 의한 마커의 위치로부터 3차원 측정 데이터의 상대적인 위치를 찾는 연산을 수행하는 제어수단으로 구성된 것을 특징으로 하는 광학식 마커를 이용한 3차원 측정 데이터 자동 정렬장치를 제공한다.

상기한 목적을 달성하기 위해 본 발명에 따른 방법에 의하면, 영상획득 수단을 측정 대상물의 특정 영역의 영상을 획득하기 적합한 위치로 이동시키는 단계와, 마커 발생수단을 점멸 구동하여 광학식 마커가 측정 대상물의 표면에 투영되도록 하고, 영상 획득 수단에서 광학식 마커가 투영된 측정 대상물의 특정 영역에 대한 2차원 영상을 획득하는 단계, 3차원 투영수단에서 상기 측정 대상물의 표면에 무늬패턴이 투영되도록 하고, 상기 영상획득 수단에서 무늬패턴이 투영된 측정 대상물의 특정 영역에 대한 3차원 측정데이터를 획득하는 단계 및, 상기 영상획득 수단에 의하여 획득된 2차원 영상과 3차원 측정데이터와의 관계로부터 마커의 3차원 위치를 추출하고, 각 3차원 측정데이터에 의한 마커의 위치로부터 3차원 측정 데이터의 상대적인 위치를 찾아서 각 측정데이터를 정렬시키는 단계로 이루어진 것을 특징으로 하는 광학식 마커를 이용한 3차원 측정 데이터 자동 정렬방법을 제공한다.

이하, 상기한 바와 같이 구성된 본 발명의 제 1실시예에 대해 첨부도면을 참조하여 상세히 설명한다.

즉, 도 3은 본 발명의 제 1실시예에 따른 광학식 마커를 이용한 3차원 측정 데이터 자동 정렬장치에 대한 구성을 나타낸 도면이다.

도 3에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제 1실시예에 따른 3차원 측정 데이터 자동 정렬장치는 마커 발생기(12)와, 투영부(16), 영상획득부(18), 이동 구동부(20), 이동 메카니즘(22), 영상 입력부(24), 마커 점멸 제어부(26), 투영 제어부(28), 마이크로 프로세서(30), 버퍼(32)로 구성된다.

상기 마커 발생기(12)는 광학적으로 측정하고자 하는 측정 대상물(10)의 표면에 영상획득부(18)가 인식할 수 있는 무늬를 투영하기 위한 것으로서, 이는 상기 측정 대상물(10)을 지향하는 전면에 걸쳐서 다수의 광학식 마커가 상호 불규칙적인 조사방향을 갖고서 동시에 투영되도록 하는 다수의 마커 출력부(14)가 설치되어 있다.

상기 마커 발생기(12)의 다수의 마커 출력부(14)는 상기 측정 대상물(10)의 표면에 다수의 적색 점을 투영할 수 있는 레이저 포인터를 적용하는 것이 바람직하게 되는 바, 이러한 레이저 포인터를 적용하게 되면 카메라와 같은 영상획득부(18)에 의하여 획득된 영상에서 측정 대상물(10)의 표면에 투영된 점의 위치를 용이하게 파악하는 것이 가능하게 된다.

여기서, 상기 마커 발생기(12)는 레이저 포인터에 국한되지는 않으며, 측정하는 동안에 측정하고자 하는 측정 대상물과 해당 마커 발생기(12)와의 상대적인 위치를 고정할 수 있고, 측정 대상물(10) 표면상의 같은 위치에 마커가 나타나도록 하거나 사라지도록 하는 단계를 반복할 수 있으며, 광학적인 심도가 깊어서 측정 대상물(10) 표면에 마커의 초점이 잘 맞을 수 있도록 할 수 있는 어떠한 광학식 마커를 적용하여도 무방하다.

상기 마커 발생기(12)는 광학식 마커가 측정 대상물(10)의 표면에 골고루 투영되도록 하기 위해 물체 주위를 따라 다수개가 배치될 수 있도록 하고, 광학식 마커의 갯수는 측정 대상물(10)의 크기와 측정 영역에 따라 변경할 수 있다. 또한, 마커 발생기(12)는 측정 대상물(10)의 전체적인 표면에 광학식 마커를 투영할 수 있도록 하기 위해 해당 측정 대상물(10)의 여러방향에 복수개를 배치시킬 수 있도록 하는 것이 바람직하고, 영상 획득부(18)에 의한 촬영중에는 측정 대상물(10)과의 상대적인 이동이 없도록 고정시킨다.

동 도면에서, 상기 투영부(16)는 상기 측정 대상물(10)의 표면에 대해서 3차원 데이터가 획득될 수 있도록 소정의 무늬 또는 레이저 줄무늬를 투영한다. 이는 LCD 프로젝터와 같은 투영장치를 이용하여 공간 부호화된 광을 측정 대상물(10)의 표면에 투영하거나 레이저 광을 측정 대상물(10)의 표면에 투영하여 상기 영상 획득부(18)를 통해서 3차원 데이터로서 획득할 수 있도록 하고 있다.

여기서, 상기 투영부(16)는 소정의 무늬를 투영할 수 있는 광원과 패턴필름 및 렌즈로 이루어진 슬라이드 프로젝터나 전자식 LCD 프로젝터, 또는 레이저 줄무늬를 투영할 수 있는 레이저 다이오드를 채용하는 것이 바람직하고, 줄무늬를 갖춘 패턴필름이 소정의 이송수단에 의해 광원과 렌즈의 사이에 이송되면서 일련의 줄무늬가 측정 대상물(10)에 투영되도록 한다.

상기 패턴필름은, 예컨대, 5개와 같은 다수개의 구간을 갖는 줄무늬 패턴이 가로방향으로 길게 인쇄되어 있는 필름으로 이루어져 있다. 또한, 상기 투영부(16)의 패턴 필름은 본 출원인이 2002년 2월 28일에 출원한 국내 특허 출원번호 제 2002-10839호(발명의 명칭 : 다중 줄무늬 패턴을 이용한 3차원 측정장치 및 방법)에 나타난 바와 같이, 각 구간마다 줄무늬가 다중으로 형성되어 있는 형태의 필름을 적용하는 것도 얼마든지 가능하다. 또한 레이저 줄무늬를 이용한 측정 장치일 경우도 가능하다.

또한, 상기 투영부(16)는 광학적으로 3차원 측정을 하는 경우에 3차원 측정이 이루어지는 시점에서 측정 대상물(10)에 마커를 투영하게 되면 측정 데이터가 손상될 수 있기 때문에, 측정이 이루어지는 동안에는 마커가 측정 대상물(10)에 투영되지 않도록 하는 것이 바람직하다.

상기 영상 획득부(18)는 CCD 카메라 또는 CMOS카메라 등과 같이 영상을 받아들일 수 있는 영상 센서로 이루어지고 서, 상기 마커 발생기(12)로부터 측정 대상물(10)의 표면에 광학적인 방법으로 마커를 투영하면, 그에 따른 영상을 촬영하여 획득하게 된다.

상기 영상 획득부(18)는 상기 투영부(16)에 대해 별도의 카메라로서 설치되어 있을 수도 있으나, 해당 투영부(16)와 일체화되어 내장되어 있도록 하는 것이 바람직한 바, 이는 상기 광학식 마커로부터 투영된 2차원 영상의 획득 뿐만 아니라 상기 투영부(16)로부터 투영된 3차원 영상을 획득할 수 있도록 되어 있기 때문에, 장비의 구성이 간편해질 뿐 아니라 동일한 영상 획득 수단을 사용함으로써 별도의 캘리브레이션(calibration : 좌표계 보정) 작업 없이 2차원 영상에 있는 임의의 점과 그에 해당되는 3차원 측정 데이터 상의 점을 일치시킬 수 있게 된다.

여기서, 상기 영상 획득부(18)는 상기 마커 발생기(12)의 광학식 마커에 대한 점멸주기와 투영부(16)의 점멸주기에 동기하여 측정 대상물(10)의 각 표면영역에 대해 2차원 영상데이터 및 3차원 측정데이터를 촬영하여 획득하게 되는 바, 이는 도 4a 내지 도 4c에 나타난 바와 같다.

도 4a에 도시된 바와 같이, 상기 영상 획득부(18)에서는 상기 마커 발생기(12)가 점등되어 다수의 레이저마커가 측정 대상물(10)의 표면에 투영되어 있는 시점에서, 다수개의 광학적인 레이저 마커(RM)가 불규칙하게 투영되어 있는 측정 대상물의 소정 영역을 촬영한 제 1영상데이터(40)를 획득하게 된다.

그 다음에, 도 4b에 도시된 바와 같이 상기 영상 획득부(18)는 상기 마커 발생기(12)가 소등되어 측정 대상물(10)의 표면에 레이저 마커가 투영되어 있지 않은 상태에서, 해당 측정 대상물(10)의 영상만으로 이루어진 제 2영상데이터(42)를 획득하게 된다.

또한, 도 4c에 도시된 바와 같이 상기 영상 획득부(18)는 상기 마커 발생기(12)가 소등되어 측정 대상물(10)에 레이저 마커가 투영되어 있지 않은 상태에서 상기 투영부(16)로부터 측정 대상물(10)에 투영되는 줄무늬에 의한 3차원 측정 데이터를 촬영하여 획득하게 되는 바, 이는 패턴필름에 의해 5개 구간이 각각 다른 간격으로 존재하는 제 1~제 5줄무늬(PT1~PT5)에 의한 3차원 영상을 각각 순차적으로 촬영한 제 1~제 5측정데이터(44a~44e)의 형태로 획득하게 된다.

여기서, 본 발명에서 예시적으로 채용되는 패턴필름의 구간이 5개가 존재하는 것으로 설정되어 있지만, 그에 한정되지 않고 5개 이상으로 증가시켜서 적용하는 것이 얼마든지 가능하도록 되어 있다.

상기 이동 구동부(20)는 상기 마이크로 프로세서(30)의 구동제어에 의해 상기 측정 대상물(10)의 영상을 획득하기 위해서 상기 투영부(16) 및 영상 획득부(18)를 측정 대상물(10)에 대해서 상대적으로 이동시키기 위한 구동을 수행한다

상기 이동 메카니즘(22)은 상기 이동 구동부(20)의 구동에 따른 동력을 전달받아 상기 투영부(16) 및 영상 획득부(18)를 상기 측정 대상물(10)에 대해 일정한 방향으로 이동시키기 위한 구조를 갖추고 있다.

여기서, 본 발명에서는 이동 구동부(20)를 적용하여 투영부(16) 및 영상 획득부(18)를 전기적인 구동에 의해 이동시킬 수 있도록 되어 있지만, 이동 메카니즘(22)을 수동으로 조작하여 조작자가 임의적으로 이동될 수 있도록 하는 것도 가능하도록 한다.

동 도면에서, 상기 영상 입력부(24)는 상기 영상 획득부(18)로부터 획득된 영상데이터를 입력받기 위한 것이고, 마커 점멸 제어부(26)는 상기 마이크로 프로세서(30)의 제어에 따라 상기 마커 발생기(12)의 광학식 마커를 점멸시키게 된다.

상기 투영 제어부(28)는 상기 투영부(16)를 구성하는 패턴필름의 이송속도와 이송방향을 제어함과 더불어, 패턴필름을 투영하는 광원의 점멸을 제어하게 된다.

상기 마이크로 프로세서(30)는 측정 대상물(10)로부터 획득된 측정 데이터를 분석하여 하나의 좌표계에 자동으로 정렬시키기 위한 전용의 소프트웨어 프로그램을 구동시킨 상태에서, 상기 영상 획득부(18)로부터 여러 각도에서 촬영된 2차원 영상데이터와 3차원 측정 데이터를 영상 입력부(24)를 통해 각각 입력 받아 분석하여 여러 각도에서 촬영된 측정 데이터를 하나의 좌표계에 자동으로 정렬하기 위한 연산처리를 수행한다.

여기서, 상기 마이크로 프로세서(30)는 도 5에 도시된 바와 같이, 레이저 마커(RM)가 포함된 제 1영상데이터(40)와 레이저 마커가 포함되어 있지 않은 제 2영상데이터(42)에 대해 마커의 위치를 찾기 위한 영상처리를 수행하여 레이저 마커(RM)만이 추출된 제 3영상데이터(46)를 획득하게 된다.

그 상태에서, 상기 마이크로 프로세서(30)는 도 6에 도시된 바와 같이, 상기 영상 획득부(18)의 카메라 렌즈중심(50)과 광학식 마커의 위치가 추출된 2차원 영상데이터(52)와의 관계에 의해 마커 위치에 해당되는 3차원 좌표값을 획득 할 수 있도록 하게 되는 바, 상기 영상 획득부(18)의 카메라 렌즈중심(50)으로부터 임의의 3개의 마커에 대한 좌표값(a,b,c)과 일직선에 위치하는 3차원 측정데이터(54) 상의 임의의 3차원 좌표값(a',b',c')을 추정함에 의해서 해당 마커의 위치에 해당되는 3차원 좌표값(a',b',c')을 획득할 수 있다.

상기 투영부(16)와 영상 획득부(18)가 각각 일체화되어 함께 설치되어 있는 경우에는 그 마커의 위치에 해당되는 광 셀의 3차원 좌표값을 바로 얻을 수가 있지만, 상기 영상 획득부(18)가 투영부(16)와는 별도로 설치되어 있는 경우에 는 해당 투영부(16)와 영상 획득부(18)와의 캘리브레이션(좌표계 보정)을 수행함으로써 마커에 해당되는 3차원 좌표 값을 얻을 수 있다. 위의 단계를 거치면 여러 각도에서 얻어진 3차원 측정 데이터에는 마커가 있는 위치의 3차원 좌표 값을 알 수 있다.

이 때, 마커는 하나의 측정 데이터 내에 4~5개 이상 포함되는 것이 바람직하며, 인접한 두 개의 측정 데이터는 3개 이상의 공통된 마커를 포함되는 것이 바람직하다. 이는 3차원 공간상에서 좌표계를 유일한 위치를 정의하기 위해서 3 개 이상의 점이 필요할 뿐 아니라 후술하는 대응 마커를 찾는데 있어서 요구되는 사항이기도 하기 때문이다.

또한, 본 발명에서는 마커 발생기(12)를 통해서 광학식 마커를 사용하는 경우에 각 마커마다 다른 무늬를 사용하여 마커가 서로 구별될 수 있도록 하는 것도 가능하다. 하지만, 이 경우에는 수십 또는 수백개의 마커 출력부(14)가 각각 서로 다른 모양의 마커를 투영할 수 있어야 하기 때문에 장비의 구성과 제작이 복잡해질 수 있다.

본 발명에서, 상기 마이크로 프로세서(30)에서는 상기 측정 대상물(10)의 연속적인 촬영에 의해 획득되는 인접 영역의 3차원 측정데이터를 자동 정렬시키기 위해서 각각의 3차원 측정 데이터로부터 산출되는 마커 간의 상대적인 위치 정보를 이용하여 마커를 서로 구별할 수 있도록 하게 된다. 예컨대 마커에 의해 형성되는 공간상의 3개의 점이 있으면 이를 이용하여 하나의 삼각형을 구성할 수 있고, 일반적으로 서로 다른 세 개의 점들로 이루어진 삼각형은 서로 다른 모습을 가지고 있기 때문에 삼각형의 내각과 변의 길이 등을 비교함으로써 삼각형을 서로 구별할 수 있으며, 이를 이용하여 삼각형의 꼭지점에 해당되는 마커를 서로 구별할 수 있도록 한다. 이 과정을 보다 상세히 설명하면 아래와 같다.

즉, 도 7a 및 도 7b에 도시된 바와 같이, 하나의 측정데이터(60)에는 마커로부터 얻어진 M개의 점이 있고, 다른 측정 데이터(62)에는 마커로부터 얻어진 N개의 점이 있는 경우에, 일반적으로 하나의 측정데이터(60)에는  $M C_3$  개의 서로 다른 삼각형을 구성할 수 있고, 다른 측정데이터(62)에는  $N C_3$  개의 서로 다른 삼각형을 구성할 수 있다. 이를 삼각형을 구성한 후, 총  $M C_3 \times N C_3$  번의 비교를 통하여 서로 일치하는 삼각형의 짹을 찾는다.

먼저, 도 7a에 도시된 바와 같이, 상기 마이크로 프로세서(30)에서는 하나의 측정데이터(60)에 포함된 마커에 의해 얻어진 점에 의해 복수의 삼각형(T1,T2)을 형성하고, 다른 측정데이터(62)에 포함된 마커에 의해 얻어진 점에 의해서 복수의 삼각형(T3,T4)을 형성하게 된다.

그 다음에, 도 7b에 도시된 바와 같이 상기 마이크로 프로세서(30)는 각 측정데이터(60,62)의 마커로부터 얻어진 각각의 삼각형(T1,T2)(T3,T4)에서 서로 일치되는 삼각형의 짹(즉 T1과 T3)을 찾아내게 된다.

여기서, 각 삼각형이 서로 일치하는지를 판단하는 방법으로는 여러 가지 방법이 있을 수 있으나, 변의 길이를 비교하는 방법에 의해 짹이 되는 삼각형을 찾을 수 있게 된다. 즉, 비교를 하고자 하는 두 개의 삼각형(T1,T3)에 대하여 각각 세변의 길이(a1,a2,a3)(b1,b2,b3)를 구하고, 각 변들의 길이가 모두 같고 각 변의 순서도 같으면 일치하는 삼각형으로 판단하게 되는 것이다.

먼저, 각 변의 길이를 내림차순으로 정렬하여 세 개의 변이 모두 같은 삼각형을 찾아내게 되는 바, 그러한 삼각형이 적어도 2개 이상으로 검출되면 각 변의 순서를 검사하게 되고, 각 삼각형에서 가장 긴 변의 반시계 방향의 변의 길이를 각각 비교함에 의해 그 변의 길이가 서로 일치하는 삼각형을 짹으로 판단하게 되는 것이다.

상기한 바와 같이 각각의 측정데이터에서 대응되는 마커를 구별한 후에는 이들 마커들이 하나의 좌표계에서 같은 점에 위치하도록 측정데이터를 이동하게 되는 바, 상기 하나의 측정데이터(60)를 기준좌표로 하여 기준좌표계의 삼각형과 다른 측정 데이터에 포함된 같은 삼각형을 일치시키는 변환을 적용하여 이동시키도록 한다.

즉, 서로 다른 위치에 있는 2개의 삼각형을 일치시키는 변환은 첨부된 도 8a~도 8d에 나타난 바와 같다.

도 8a에 도시된 바와 같이, 서로 합동이고 위치가 다른 2개의 삼각형이 주어진 경우에는 삼각형의 합동을 구하면서 대응하는 꼭지점과 변에 대한 정보가 이미 획득되어 있는 상태이다.

도 8b에 도시된 바와 같이, 2개의 삼각형에서 각각 하나의 꼭지점의 위치를 일치시키는 변환을 수행하게 되는 바, 하나의 삼각형에 대한 기준좌표계를 A로 설정하고, 나머지 삼각형의 좌표계 B를 A로 맞추는 과정을 수행하게 되는 바, 그에 대한 변환 매트릭스(Translation Matrix)(T)의 관계식은 하기한 수학식 1과 같다.

$$\begin{aligned} \text{수학식 1} \\ T = T(A_1 - B_1) \end{aligned}$$

그 다음에, 도 8c에 도시된 바와 같이 2개의 삼각형에 대해 일치시킨 꼭지점이 포함된 변을 일치시키는 회전변환을 수행하게 되는 바, 한 점을 공유하는 임의의 두 벡터를 일치시키는 회전변환은 회전 매트릭스(R1)를 나타내는 수학식 2와 같이 이루어진다.

$$\begin{aligned} \text{수학식 2} \\ R_1 = R(\Theta 1) \end{aligned}$$

상기한 바와 같이 회전변환을 수행하면 도 8d에 도시된 바와 같이 되는 바, 이를 하나의 꼭지점으로 일치시키기 위한 회전 매트릭스(R2)의 관계는 하기한 수학식 3과 같이 나타난다.

$$\begin{aligned} \text{수학식 3} \\ R_2 = R(\Theta 2) \end{aligned}$$

상기한 바와 같이 일치하는 변을 회전축으로 삼고 그 변에 포함되지 않는 하나의 꼭지점에서 수선을 내린 후에, 두 선분 사이의 각으로 회전을 시키면 2개의 삼각형을 일치시킬 수 있게 되는 바, 이를 변환 매트릭스(Transform Matrix)(M)로 정리하면 하기한 수학식 4와 같이 나타난다.

$$\begin{aligned} \text{수학식 4} \\ M = T \cdot R_1 \cdot R_2 \end{aligned}$$

또한, 각 삼각형이 포함되었던 측정데이터의 하나의 점(P)는 하기한 수학식 5에 의해 새로운 위치로 이동할 수 있게 된다.

$$\begin{aligned} \text{수학식 5} \\ P' = M \times P \end{aligned}$$

한편, 상기 마이크로 프로세서(30)는 상기한 바와 같이 삼각형의 합동을 근거로 이루어지는 변환에 의해 여러개의 측정데이터를 마커의 기준으로 맞추고 난 이후에 더 정확하게 데이터를 맞추기 위한 작업을 수행하게 되는 바, 마커의 크기가 수학적인 점이 아니기 때문에 약간의 오차가 발생될 수 있으므로 마커의 데이터가 아닌 메쉬 데이터를 근거로 상호간의 위치를 조정하게 된다. 이를 레지스터링(registering)이라고 하며, 이러한 과정을 통해서 각 측정데이터를 더욱 정확하게 연결시킬 수 있다.

소정의 점군 데이터 A를 특정의 점군 데이터 B의 좌표계에 맞추고자 하는 경우에, A를 강제이동 및 회전변환(Rigid Body Transformation) 함으로써 B의 좌표계에 맞추게 된다. 이 때, 일치시켜야 하는 A의 n개의 점을  $P=\{p_i\}$ , 이에 대응하는 B의 점을  $Q=\{x_i\}$  라고 하면, 각각 대응되는 P,Q의 거리를 최소로 만들 수 있는 최소 자승법을 이용하여 이동, 회전변환을 구하고, 그러한 변환을 A에 적용하게 된다. 따라서, P,Q로 대변되는 점군데이터 A와 B의 평균거리 는 최소가 되고, 상기한 대응점을 찾고 이동, 회전변환을 구하여 적용하는 것을 P,Q의 평균거리가 공차 내에 들어올 때까지 반복하게 된다.

상기한 대응되는 점쌍을 구하는 방식으로는 각각의 A점의 법선방향으로 가장 가까운 B의 점을 구하여 이 2점을 점쌍으로 하게 된다.

각각 대응되는 2점 사이의 거리를 최소로 하는 변환을 최소자승법을 이용하여 구하게 되는 바, 그에 대한 함수는 하기한 수학식 6과 같다.

$$\text{수학식 6} \\ f(Q) = \frac{1}{N_p} \sum_{i=0}^{N_p} \|x_i - (R(Q_R)p_i + Q_T)\|^2$$

여기서 Q는 레지스터링의 상태 벡터(State Vector)이고,  $Q=[Q_R | Q_T]^T$  가 된다. 단,  $Q_R$ 은 4원수 벡터(Quaternion Vector)이고, 이는  $Q_R = [q_0 q_1 q_2 q_3]^T$  ( $q \geq 0, q_0^2 + q_1^2 + q_2^2 + q_3^2 = 1$ )에 해당된다.  $Q_T$ 는 평행이동 벡터(Translation Vector)이고, 이는  $Q_T = [q_4 q_5 q_6]^T$ 에 해당된다.

상기 수학식 6에서  $f(Q)$ 는  $p_i$ 에  $R(Q_R)$ 과  $Q_T$  변환을 적용했을 때  $x_i$  와의 제곱 평균거리를 나타내고, 이때  $f(Q)$ 를 최소화할 수 있는  $R(Q_R)$ 과  $Q_T$ 를 최소 자승법으로 구하게 되는 것이다.

상기 수학식 6에서  $R(Q_R)$ 는  $3 \times 3$  회전행렬로 나타낼 수 있는 바, 이는 하기한 수학식 7에 의해 정의된다.

$$\text{수학식 7} \\ \begin{bmatrix} q_0^2 + q_1^2 - q_2^2 - q_3^2 & 2(q_1q_2 - q_0q_3) & 2(q_1q_3 + q_0q_2) \\ 2(q_1q_2 + q_0q_3) & q_0^2 + q_2^2 - q_1^2 - q_3^2 & 2(q_2q_3 - q_0q_1) \\ 2(q_1q_3 - q_0q_2) & 2(q_2q_3 + q_0q_1) & q_0^2 + q_3^2 - q_1^2 - q_2^2 \end{bmatrix}$$

또한, 측정데이터의 집합(P)를  $P=\{p_i\}$ 로 정의하고, 기준이 되는 데이터 집합(X)를  $X=\{x_i\}$ 로 정의한 경우에, P와 X의 중심체적(Center of Mass)은 하기한 수학식 8에 의해 정의된다.

$$\text{수학식 8} \\ \mu_P = \frac{1}{N_p} \sum_{i=1}^{N_p} P_i$$

$$\mu_x = \frac{1}{N_x} \sum_{i=1}^{N_x} x_i$$

또한, P와 X의 교차공유 매트릭스(Cross-Covariance Matrix)( $\Sigma_{px}$ )는 하기한 수학식 9에 의해 정의된다.

$$\text{수학식 9} \\ \Sigma_{px} = \frac{1}{N_p} \sum_{i=1}^{N_p} [(P_i - \mu_p) (x_i - \mu_x)^T] = \frac{1}{N_p} \sum_{i=1}^{N_p} [P_i x_i^T] - \mu_p \mu_x^T$$

여기서는 비대칭 매트릭스의 순환성분(Cyclic Components of the Anti-symmetric Matrix)( $A_{ij}$ )를 이용하여 컬럼 벡터(Column Vector)( $\Delta$ )를 형성하고, 이것으로 대칭인  $4 \times 4$  매트릭스인 Q( $\Sigma_{px}$ )를 구하게 되는 바, 하기한 수학식 10와 같이 정의된다.

$$\text{수학식 10} \\ A_{ij} = (\Sigma_{px} - \Sigma_{px}^T)_{ij}$$

$$\Delta = [A_{23} \ A_{31} \ A_{12}]^T$$

$$Q(\Sigma_{px}) = \left[ \begin{array}{cc} \text{tr}(\Sigma_{px}) & \Delta^T \\ \Delta & \Sigma_{px} + \Sigma_{px}^T - \text{tr}(\Sigma_{px}) I_3 \end{array} \right]$$

여기서,  $I_3$  는  $3 \times 3$ 의 항등 매트릭스(Identity Matrix)이다.

상기한 수학식에서  $Q_T$ 는  $Q(\Sigma_{px})$ 의 최대 고유값(Maximum Eigenvalue)에 대응하는 고유 벡터(Eigen Vector)이고, 그 고유 벡터값을 이용하여 4원수(Quaternion)( $q_0, q_1, q_2, q_3$ )를 구해서 상기 수학식 7에 대입하여 회전변환을 구하게 된다. 한편,  $Q_T(q_4, q_5, q_6)$ 는 상기한 수학식 7로부터 구한  $R(Q_R)$ 을 사용하여 체적중심을 맞추기 위해 하기한 수학식 11으로부터 구할 수 있다.

$$\text{수학식 11} \\ Q_T = \mu_x - R(Q_R) \mu_p$$

그 결과, 최종적으로 나타나는 행렬값은 하기한 수학식 12에 나타난 바와 같다.

$$\text{수학식 12} \\ \begin{bmatrix} q_0^2 + q_1^2 - q_2^2 - q_3^2 & 2(q_1 q_2 - q_0 q_3) & 2(q_1 q_3 + q_0 q_2) & q_4 \\ 2(q_1 q_2 + q_0 q_3) & q_0^2 + q_2^2 - q_1^2 - q_3^2 & 2(q_2 q_3 - q_0 q_1) & q_5 \\ 2(q_1 q_3 - q_0 q_2) & 2(q_2 q_3 + q_0 q_1) & q_0^2 + q_3^2 - q_1^2 - q_2^2 & q_6 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

상기 마이크로 프로세서(30)에서는 상기 영상 획득부(18)로부터 획득되는 나머지의 3차원 측정데이터에 대해서도 각각 대응되는 마커의 구별이 이루어지면, 상기 하나의 측정데이터(60)를 기준좌표로 하여 이동을 위한 행렬을 구하여 자동적으로 정렬시킬 수 있도록 한다.

한편, 도 8a내지 도 8d에 도시된 바와 같은 방식과는 다르게 합동이 되는 삼각형을 찾은 후에 측정 데이터를 이동시키는 방식으로는 상기 최소 자승법을 이용하여 좌표계를 일치시키는 방식을 이용하게 된다.

이는 두 삼각형의 합동 여부를 구하면서 대응하는 꼭지점의 정보가 있으므로 상기 수학식 6에서 P,X를 각각 대응하는 꼭지점이라 하면, 최적의 회전, 이동변환 행렬(T)을 하기 한 수학식 13에 의해 구할 수 있게 된다.

$$\begin{array}{c} \text{수학식 13} \\ \left[ \begin{array}{cc} R & T \\ 0 & 1 \end{array} \right] \end{array}$$

상기한 수학식 13과 같은 행렬을 좌표계로 일치시키려는 점군 데이터(P) 적용하여 이동시키기 위한 등식은 하기한 수학식 14에 의해 정의된다.

$$\begin{array}{c} \text{수학식 14} \\ P' = TP \end{array}$$

한편, 상기 마이크로 프로세서(30)에서는 삼각형의 짹을 찾는 방법의 경우에 각 측정데이터의 겹치는 영역에 3개 이상의 마커가 포함되어야 하지만 각 측정데이터에 2개의 마커가 존재하는 경우에는 측정이 어렵도록 되어 있는 바, 이 때에는 다른 방식으로 마커의 구별을 수행할 수 있도록 한다.

즉, 마커를 포함하고 있는 각각의 측정데이터에는 3차원 형상정보를 가지고 있기 때문에 2개의 마커만을 이용하여도 구별하는 것이 가능하게 되는 바, 도 9에 도시된 바와 같이 각각 겹치는 영역을 갖는 하나의 측정데이터(64)가 2개의 마커(RM1,RM2)에 의해 공간상의 2개의 점이 형성되고, 다른 측정데이터(66)가 각각 2개의 마커(RM3,RM4)에 의해 공간상의 2개의 점이 형성되어 있으면, 각각의 점에서 수직한 벡터를 이용하면 각 측정데이터(64)(66)마다의 2개의 점과 2개의 벡터를 상호 비교함으로써, 서로 다른 마커를 구별할 수 있는 것이 가능하다.

한편, 상기 마이크로 프로세서(30)에서는 각 측정데이터에 대해 투영되는 마커의 수가 많고 마커의 배치가 균일하게 되어 있는 경우 짹을 잘못 찾게 되는 경우도 발생할 수 있다. 이 경우에는 마커와 3차원 데이터를 이용하여 추가적인 기준점을 생성하여 비교한다. 예컨대, 3개의 공통된 점이 있는 경우에는 이를 점으로 삼각형을 구성하고, 삼각형의 무게 중심에서 삼각형과 수직한 수선을 그린 후, 그 수선과 3차원 데이터와의 교점을 구하면 제 4의 기준점을 얻을 수 있다. 그 다음에, 마커 또는 마커 주위에서 물체 표면의 평균 수직 벡터 정보를 이용하여 서로 일치 되는 짹을 찾을 수 있다.

또한, 측정데이터에 2개의 공통된 점만 있는 경우에는, 이들 두 점을 잇는 직선을 그리고 그 직선의 중점에서 직선과 수직인 평면에 원을 그린 후, 그 원과 측정데이터와의 교점을 구하면 제 4, 제 5의 기준점을 얻을 수 있다.

본 발명의 바람직한 실시예에 따르면, 상기한 바와 같이 설명한 방법 이외에도 마커 주위에서 추가적인 기준점을 만들어서 3차원 측정데이터의 정렬을 자동적으로 수행하는 어떠한 방법을 채택하여 사용할 수 있는 것이 가능하도록 되어 있음은 물론이다.

도 3에서, 상기 버퍼(32)는 상기 마이크로 프로세서(30)의 3차원 측정데이터에 대한 자동정렬 처리에 의해 새롭게 구해지는 마커정보를 각 레지스터에 등록시키게 된다.

이어, 상기한 바와 같이 이루어진 본 발명의 제 1실시예에 따른 동작에 대해 도 10a 및 도 10b의 플로우차트를 참조

하여 상세히 설명한다.

먼저, 마커 발생기(12) 측에 소정의 측정 대상물(10)이 안착된 상태에서, 마이크로 프로세서(30)는 이동 구동부(20)를 구동하여 이동 메카니즘(22)을 작동시킴에 따라 투영부(16)와 일체화된 영상 획득부(18)를 상기 측정 대상물(10)의 측정에 적합한 위치로 이동시키게 된다(단계 S10).

그 상태에서, 상기 마이크로 프로세서(30)는 마커 점멸 제어부(26)를 제어하여 마커 발생기(12)에 구비된 다수의 마커 출력부(14)를 점등시켜서 상기 측정 대상물(10)의 표면에 다수의 마커가 불규칙적으로 투영되도록 한다(단계 S11).

상기 마커 발생기(12)로부터의 광학식 마커가 측정 대상물(10)에 투영되어 있는 상태에서, 영상 획득부(18)에서 상기 측정 대상물(10)의 특정 영역을 촬영하여 광학식 마커가 포함된 2차원 영상을 획득하게 되면, 상기 마이크로 프로세서(30)는 영상 입력부(24)를 통해 상기 영상 획득부(18)에서 획득된 2차원 영상데이터를 입력받게 된다(단계 S12).

그 다음에, 상기 마이크로 프로세서(30)는 상기 마커 점멸 제어부(26)를 제어하여 상기 마커 발생기(12)가 소등되어 광학식 마커가 측정 대상물(10)에 투영되지 못하도록 하게 되고(단계 S13), 그 상태에서 영상 획득부(18)로부터 측정 대상물(10)의 동일한 영역을 촬영하여 광학식 마커가 포함되어 있지 않은 2차원 영상을 획득하면, 그 2차원 영상데이터를 영상 입력부(24)를 통해 입력받게 된다(단계 S14).

또한, 상기 마이크로 프로세서(30)는 상기 마커 발생기(12)가 소등되어 광학식 마커가 투영되지 않은 상태에서, 투영 제어부(28)를 제어하여 투영부(16)를 동작시키게 되고, 그 투영부(16)로부터 3차원 측정을 위한 소정의 무늬패턴(예컨대 각각 간격이 다른 복수 구간의 줄무늬 패턴 또는 다중 줄무늬 패턴)이 상기 측정 대상물(10)의 표면에 투영된다.

이 때, 상기 영상 획득부(18)에서 무늬패턴이 투영된 측정 대상물(10)을 촬영하여 3차원 측정데이터를 획득하면, 상기 마이크로 프로세서(30)는 영상 입력부(24)를 통해서 3차원 측정데이터를 입력받게 된다(단계 S15).

그 상태에서, 상기 마이크로 프로세서(30)는 광학식 마커가 포함된 2차원 영상데이터와 마커가 포함되어 있지 않은 2차원 영상데이터를 영상처리하여 마커의 2차원 위치를 추출하게 된다(단계 S16).

그 다음에, 상기 마이크로 프로세서(30)는 2차원 영상데이터에서 추출된 마커를 이용하여 상기 영상 획득부(18)의 카메라 렌즈중심으로부터 2차원 영상데이터에서의 임의의 3개 마커에 대한 좌표값과 일직선에 위치하는 3차원 측정데이터 상의 임의의 3차원 좌표값을 추정함에 의해서 해당 마커의 3차원 위치를 찾게 된다(단계 S17).

한편, 상기 마이크로 프로세서(30)는 베퍼(32)의 레지스터가 비어있는지의 여부를 판단한다(단계 S18).

상기 판단 결과, 상기 베퍼(32)의 레지스터가 비어있지 않다고 판단되면, 상기 단계 S17에서 찾은 마커의 3차원 위치에 대해 상기 베퍼(32)의 레지스터에 등록된 이전의 3차원 측정데이터(즉, 현재의 3차원 측정데이터와 겹치는 데이터)에 따른 마커를 비교하여 상호 짹이 되는 마커를 검색하게 된다(단계 S19).

상기한 바와 같은 마커의 검색처리에 의해 현재의 3차원 측정데이터에 포함된 광학식 마커와 베퍼(32)의 레지스터에 등록된 마커와의 비교에 의해 짹이 되는 마커를 찾게 되면, 상기 마이크로 프로세서(30)는 각각의 3차원 측정데이터에서 짹이 되는 마커의 위치로부터 이동을 위한 행렬을 구하게 되고(단계 S20), 상기 베퍼(32)의 레지스터에 등록된 3차원 측정데이터의 위치를 기준 좌표계로 하여 현재의 측정데이터를 이동시키게 된다(단계 S21).

그 결과로, 상기 마이크로 프로세서(30)는 현재의 측정데이터로부터 새롭게 찾은 마커를 베퍼(32)의 레지스터에 등록시켜서 이전의 측정데이터에 다른 마커와 정렬시키게 된다(단계 S22).

그 다음에, 상기 마이크로 프로세서(30)는 상기 측정 대상물(10)에 대해서 획득된 3차원 측정데이터에 대한 자동 정렬이 완료되었는지의 여부를 판단한다(단계 S23).

상기 판단 결과, 상기 측정 대상물(10)로부터 획득된 3차원 측정데이터에 대한 자동정렬이 완료되지 않았다고 판단하게 되면, 제어가 상기 단계 S10으로 진행하여 상기 이동 구동부(20)에 의한 구동하에서 이동 메카니즘(22)이 작동되면서 투영부(16)와 영상획득부(18)를 적합한 위치로 이동시키면서 상기 단계 S10으로부터 단계 S22까지의 과정을 반복적으로 실행하게 된다.

다음에, 첨부도면을 참조하여 본 발명의 제 2실시예에 대해 상세히 설명한다.

즉, 도 11은 본 발명의 제 2실시예에 따른 광학식 마커를 이용한 3차원 측정 데이터 자동 정렬장치에 대한 구성을 나타낸 도면으로서, 본 발명의 제 2실시예에서 상기 제 1실시예와 동일한 기능 및 동작을 수행하는 구성요소에 대해서

는 동일한 참조부호를 부여하면서 그에 대한 상세한 설명은 생략하기로 한다.

본 발명의 제 2실시예에 따른 3차원 측정 데이터 자동 정렬장치는 마커 발생기(70)와, 투영부(16), 영상획득부(18), 이동 구동부(20), 이동 메카니즘(22), 영상 입력부(24), 마커 개별점멸 제어부(74), 투영 제어부(28), 마이크로 프로세서(76), 버퍼(32)로 구성된다.

상기 마커 발생기(70)는 광학적으로 측정하고자 하는 측정 대상물(10)의 표면에 영상획득부(18)가 인식할 수 있는 무늬를 투영하기 위한 것으로서, 이는 상기 측정 대상물(10)을 지향하는 전면에 걸쳐서 다수의 광학식 마커를 상호 불규칙적인 조사방향을 갖고서 투영되도록 하는 다수의 마커 출력부(72)가 설치되어 있다.

상기 마커 발생기(70)는 상기 마커 개별점멸 제어부(74)의 제어에 따라 1~N번째까지 있는 다수의 마커 출력부(72)를 순차적으로 1개씩 개별 점등시켜서 상기 영상획득부(18)에서 획득되는 각 영상마다 서로 다른 1개씩의 마커가 투영되도록 한다.

상기 마커 개별점멸 제어부(74)는 상기 마이크로 프로세서(76)의 제어에 의해 상기 마커 발생기(70)에 갖추어진 다수의 마커 출력부(72)를 미리 결정된 순서에 따라 각각 순차적이고 개별적으로 점멸제어하게 된다.

상기 마이크로 프로세서(76)는 상기 영상 획득부(18)로부터 여러 각도에서 촬영된 2차원 영상데이터와 3차원 측정 데이터를 영상 입력부(24)를 통해 각각 입력받아 분석하여 여러 각도에서 촬영된 측정 데이터를 하나의 좌표계에 자동으로 정렬하기 위한 연산처리를 수행하게 되는 바, 이는 상기 영상 획득부(18)에서 모든 마커가 소등된 상태에서 촬영한 영상을 기본영상으로 설정하고서, 1번째~N번째 까지 순차적으로 마커가 점등된 상태에서 촬영된 다수개의 영상을 각각 비교하여 각 마커의 2차원 위치를 검색하여 추출한다.

그 다음에, 상기 마이크로 프로세서(76)는 마커의 위치가 추출된 2차원 측정데이터와 3차원 측정 데이터를 비교하여 마커의 3차원 위치를 검색하는 기능과, 짹 이되는 마커를 검색하여 그에 따른 이동행렬을 구하는 기능 및, 3차원 측정 데이터를 기준좌표계로 이동시키는 기능이 본 발명의 제 1실시예에서 나타난 기능과 동일하게 진행되도록 한다.

이어, 상기한 바와 같이 이루어진 본 발명의 다른 실시예에 따른 동작에 대해 도 12의 플로우차트를 참조하여 상세히 설명한다.

먼저, 마커 발생기(70) 측에 소정의 측정 대상물(10)이 안착된 상태에서, 마이크로 프로세서(76)는 이동 구동부(20)를 구동하여 이동 메카니즘(22)을 작동시킴에 따라 투영부(16)와 일체화된 영상 획득부(18)를 상기 측정 대상물(10)의 측정에 적합한 위치로 이동시키게 된다(단계 S30).

그 상태에서, 상기 마이크로 프로세서(76)는 상기 마커 발생기(70)로부터의 광학식 마커가 모두 소등되도록 하고서, 상기 영상 획득부(18)로부터 촬영되는 영상데이터를 기본영상으로서 획득하게 된다.

그 다음, 상기 마이크로 프로세서(76)는 마커 개별점멸 제어부(74)를 제어하여 마커 발생기(70)에 구비된 다수의 마커 출력부(72) 중에서 1번째로 지정된 마커 출력부(72)를 점등시켜서 상기 측정 대상물(10)의 표면에 1번째 마커가 투영되도록 하게 되고(단계 S31), 상기 영상 획득부(18)로부터 촬영되는 영상을 1번째 영상데이터로서 획득하게 된다(단계 S32).

또한, 상기 마이크로 프로세서(76)는 상기 마커 개별점멸 제어부(74)를 제어하여 상기 마커 발생기(70)의 다수의 마커 출력부(72) 중에서 미리 결정된 순서에 따라 N번째 즉, 2번째로 지정된 마커 출력부가 점등되어 2번째 광학식 마커가 측정 대상물(10)에 투영되도록 하고(단계 S33), 상기 영상 획득부(18)로부터 촬영되는 영상을 N번째 즉, 2번째 영상데이터로서 획득하게 된다(단계 S34).

그 상태에서, 상기 마이크로 프로세서(76)는 상기 단계에서 촬영한 영상에 포함된 마커가 미리 지정된 다수의 마커 중에서 마지막 마커인지의 여부를 판단한다(단계 S35).

상기 판단 결과, 상기 영상 획득부(18)로부터 촬영된 영상에 포함된 마커가 다수의 마커 중에서 마지막 마커가 아니라고 판단하게 되면, 상기 단계 S33과 단계 S34의 동작을 반복적으로 실행하여 상기 마커 발생기(70)의 다수의 마커 출력부(72)가 3,4,...N번째로 순차적이고 개별적으로 점등되어 광학식 마커가 측정 대상물(10)에 투영되도록 하고, 각각의 마커가 개별적으로 점등될 때마다 영상 획득부(18)로부터 촬영된 개별적인 영상을 3,4,...N번째 영상으로 획득하게 된다.

한편, 상기 마이크로 프로세서(76)에서는 상기 영상 획득부(76)로부터 획득된 영상에 포함된 마커가 마지막 마커라고 판단하게 되면, 상기 마커 발생기(70)가 소등되어 광학식 마커가 투영되지 않은 상태에서, 투영 제어부(28)를 제어하

여 투영부(16)를 동작시키게 되고, 그 투영부(16)로부터 3차원 측정을 위한 소정의 무늬패턴(예컨대 각각 간격이 다른 복수 구간의 줄무늬 패턴 또는 다중 줄무늬 패턴)이 상기 측정 대상물(10)의 표면에 투영된다.

이 때, 상기 영상 획득부(18)에서 무늬패턴이 투영된 측정 대상물(10)을 촬영하여 3차원 측정 데이터를 획득하면, 상기 마이크로 프로세서(76)는 영상 입력부(24)를 통해서 3차원 측정데이터를 입력받게 된다(단계 S36).

한편, 상기 마이크로 프로세서(76)는 1번 째 ~ N번째 마커가 순차적이고 개별적으로 점등된 상태에서 촬영된 1번 째 ~ N번째 영상데이터를 마커가 소동된 상태에서 획득한 기본영상과 각각 비교함에 의해, 광학식 마커에 의해 형성되는 밝은 영역을 검색함에 의해 각 마커의 2차원 위치가 용이하게 추출될 수 있게 된다(단계 S37).

그 다음에, 상기 마이크로 프로세서(76)에서는 2차원 영상의 비교에 의해 추출된 마커의 2차원 위치와 3차원 측정데이터를 비교함에 의해 마커의 3차원 위치를 검출하게 되고, 그러한 마커의 3차원 위치로부터 각각의 인접하게 촬영된 영상데이터에서 짹이되는 마커를 검색하여 그에 따른 이동행렬을 구하게 되며, 3차원 측정데이터를 기준좌표계로 이동하게 된다(단계 S38).

한편, 상기 마이크로 프로세서(76)는 상기 측정 대상물(10)에 대해서 획득된 3차원 측정데이터에 대한 자동정렬이 완료되었는지의 여부를 판단한다(단계 S39).

상기 판단 결과, 상기 측정 대상물(10)로부터 획득된 3차원 측정데이터에 대한 자동정렬이 완료되지 않았다고 판단하게 되면, 제어가 상기 단계 S30으로 재진행하여 상기 이동 구동부(20)에 의한 구동하에서 이동 메카니즘(22)이 작동되면서 투영부(16)와 영상획득부(18)를 적합한 위치로 이동시키면서 상기 단계 S30으로부터 단계 S38까지의 과정을 반복적으로 실행하게 된다.

다음에, 첨부도면을 참조하여 본 발명의 제 3실시예에 대해 상세히 설명한다.

즉, 본 발명의 제 3 실시 예에 따른 3차원 측정 데이터 자동 정렬 장치의 구성은 도 11에 도시된 구성요소와 동일하다.

단, 본 발명의 제 2실시예에서는 마커 발생부(70)에서 N개의 마커를 각각 개별적으로 투영하였을 때 N개의 영상을 각각 개별적으로 촬영해야 하지만, 제 3실시예에서는 마커 발생부(70)에서 발생되는 N개의 마커를 이진화하기 위해 그룹별로 묶어서 점등시킴에 의해 영상을 촬영하는 횟수가  $\log_2(N+1)$ 으로 감소될 수 있게 된다.

상기 마커 개별점멸 제어부(74)는 마이크로 프로세서(76)의 제어에 따라 마커 발생부(70)에 설치된 다수의 마커 출력부(72)를 이진화를 위해서 각각 그룹별로 분할하고, 그 그룹에 해당되는 마커 출력부만을 선택적으로 점등시키는 제어를 수행한다.

상기 마커 개별점멸 제어부(74)는 예컨대, 상기 마커 발생부(70)에 설치된 마커 출력부(72)의 개수가 16개로 총 16개의 마커가 발생 가능한 경우에, 마커를 이진화하기 위해 16개의 마커를 4개의 그룹으로 중복적으로 분할하여 설정한다.

즉, 1번쩨 그룹에 포함되는 마커는 9번쩨~16번쩨 마커에 해당되고, 2번쩨 그룹에 포함되는 마커는 5번쩨~8번쩨 마커와, 13번쩨~16번쩨 마커에 해당되며, 3번쩨 그룹에 포함되는 마커는 3, 4, 7, 8, 11, 12, 15, 16번쩨 마커에 해당되고, 4번쩨 그룹에 포함되는 마커는 짹수번째(2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16번쩨) 마커에 해당되는 바, 이러한 관계는 하기한 표 1에 나타난 바와 같다.

[五 1]

단, '0'은 마커의 소등을 나타내고, '1'은 마커의 점등을 나타낸다.

상기 표 1에 나타난 바와 같이, 1번쩨 마커는 항상 소등상태가 유지되는 반면에, 16번쩨 마커는 항상 점등상태가 유지되도록 하여 모든 마커가 각각 고유한 점등값을 갖게 된다.

상기 마이크로 프로세서(76)는 상기 마커 개별점멸 제어부(76)를 제어하여 미리 설정된 그룹별로 분할된 마커가 순차적으로 점등되도록 하고, 영상 획득부(18)를 통해 획득된 마커의 그룹수에 대응하는 수의 영상데이터를 비교하여 마커의 2차원 위치를 추출하게 된다.

여기서, 상기 마이크로 프로세서(76)는 표 1과 같이 16개의 마커를 그룹별로 순차적으로 점등하여 제 1영상~제 4영상데이터를 획득하게 되는 경우에, 10번쩨 마커를 2진수 '1001'로 인식하고, 13번 마커를 2진수 '1100'으로 인식하는 것과 같이 16개의 마커에 대해 16개의 서로 다른 고유의 아이디(ID) 즉, 2차원 위치값을 검출할 수 있게 된다. 이때, 1번 마커는 항상 소등되어 있는 상태를 유지하고 있기 때문에 사용할 수 없게 되면서 실질적으로는 총 15개의 마커를 사용할 수 있다.

그에 따라, 만약, 10개의 영상데이터를 획득하게 되면, 1024개의 서로 다른 고유 아이디를 구별할 수 있게 되며, 1023개의 마커를 실질적으로 사용하는 것이 가능하다.

또한, 상기 마이크로 프로세서(76)는 마커의 위치가 추출된 2차원 측정데이터와 3차원 측정 데이터를 비교하여 마커의 3차원 위치를 검색하는 기능과, 짹이되는 마커를 검색하여 그에 따른 이동행렬을 구하는 기능 및, 3차원 측정 데이터를 기준좌표계로 이동시키는 기능이 본 발명의 제 1실시예에서 나타난 기능과 동일하게 진행되도록 한다.

이어, 상기 한 바와 같이 이루어진 본 발명의 제 3실시예에 따른 동작에 대해 도 13의 플로우차트를 참조하여 상세히 설명한다.

우선, 상기 표 1에 나타난 바와 같이 마커 발생기(70)에 설치된 마커 출력부(72)가 16개 존재하여 총 16개의 마커를 투영하고, 영상 획득부(18)에서 총 4개의 2차원 영상데이터를 획득하는 것을 일례로 하여 설명하기로 한다.

먼저, 마커 발생기(70) 측에 소정의 측정 대상물(10)이 안착된 상태에서, 마이크로 프로세서(76)는 이동 구동부(20)를 구동하여 이동 메카니즘(22)을 작동시킴에 따라 투영부(16)와 일체화된 영상 획득부(18)를 상기 측정 대상물(10)의 측정에 적합한 위치로 이동시키게 된다(단계 S40).

그 상태에서, 마이크로 프로세서(76)는 마커 개별점멸 제어부(74)를 제어하여 상기 마커 발생부(70)에서 미리 설정된 그룹별 마커 중에서 1번쩨 그룹에 포함된 마커(9번쩨~16번쩨 마커)가 투영되도록 마커 출력부(72)를 점등시키게 되고(단계 S41), 영상 획득부(18)에서 촬영되는 제 1영상데이터를 영상 입력부(24)를 통해 획득하게 된다(단계 S42).

그 다음에, 상기 마이크로 프로세서(76)는 상기 마커 개별점멸 제어부(74)를 제어하여 상기 마커 발생부(70)에서 미리 설정된 그룹별 마커 중에서 N번쩨 그룹 즉, 2번쩨 그룹에 포함된 마커(5번쩨~8번쩨, 13번쩨~16번쩨)가 투영되도록 마커 출력부(72)를 점등시키게 되고(단계 S43), 상기 영상 획득부(18)에서 촬영되는 제 N영상데이터 즉, 제 2영상데이터를 획득하게 된다(단계 S44).

이 때, 상기 마이크로 프로세서(76)는 상기 단계에서 획득된 영상데이터에 포함된 마커의 그룹이 미리 설정된 그룹 중에서 마지막인 지의 여부를 판단한다(단계 S45).

상기 판단 결과, 상기 마이크로 프로세서(76)는 영상 획득부(18)로부터 획득된 영상데이터에 포함된 마커의 그룹이 마지막 그룹이 아닌 것으로 판단하게 되면, 상기 단계 S43으로 재진행하여 단계 S44까지의 과정을 반복적으로 수행함에 의해, 3번쩨 그룹의 마커(3,4,7,8,1,12,15,16번쩨 마커)를 점등시키고 제 3영상데이터를 획득하고 나서, 4번쩨 그룹의 마커(2,4,6,8,10,12,14,16번쩨 마커)를 점등시키고 제 4영상데이터를 획득하게 된다.

한편, 상기 단계 S45의 판단 결과에 따라 상기 영상 획득부(18)로부터 획득된 영상데이터에 포함된 마커의 그룹이 마지막 그룹인 것으로 판단하게 되면, 상기 마커 발생기(70)가 소등되어 광학식 마커가 투영되지 않은 상태에서, 투영 제어부(28)를 제어하여 투영부(16)를 동작시키게 되고, 그 투영부(16)로부터 3차원 측정을 위한 소정의 무늬패턴(예컨대 각각 간격이 다른 복수 구간의 줄무늬 패턴 또는 다중 줄무늬 패턴)이 상기 측정 대상물(10)의 표면에 투영된다.

이 때, 상기 영상 획득부(18)에서 무늬패턴이 투영된 측정 대상물(10)을 촬영하여 3차원 측정데이터를 획득하면, 상기 마이크로 프로세서(76)는 영상 입력부(24)를 통해서 3차원 측정데이터를 입력받게 된다(단계 S46).

그 다음에, 상기 마이크로 프로세서(76)는 상기 영상 획득부(18)로부터 획득된 1번째 ~ N번째 영상 즉, 제 1 ~ 제 4영상 데이터에 대한 이진화 정보를 비교함에 의해 각 마커의 고유 아이디 즉, 2차원 위치를 추출하게 된다(단계 S47).

한편, 상기 마이크로 프로세서(76)에서는 2차원 영상데이터의 2진화 데이터 비교에 의해 추출된 마커의 2차원 위치와 3차원 측정데이터를 비교함에 의해 마커의 3차원 위치를 검출하게 되고, 그러한 마커의 3차원 위치로부터 각각의 인접하게 촬영된 영상데이터에서 짹이 되는 마커를 검색하여 그에 따른 이동행렬을 구하게 되며, 3차원 측정데이터를 기준좌표계로 이동하게 된다(단계 S48).

한편, 상기 마이크로 프로세서(76)는 상기 측정 대상물(10)에 대해서 획득된 3차원 측정데이터에 대한 자동정렬이 완료되었는지의 여부를 판단한다(단계 S49).

상기 판단 결과, 상기 측정 대상물(10)로부터 획득된 3차원 측정데이터에 대한 자동정렬이 완료되지 않았다고 판단하게 되면, 제어가 상기 단계 S40으로 재진행하여 상기 이동 구동부(20)에 의한 구동하에서 이동 메카니즘(22)이 작동되면서 투영부(16)와 영상획득부(18)를 적합한 위치로 이동시키면서 상기 단계 S40으로부터 단계 S48까지의 과정을 반복적으로 실행하게 된다.

다음에, 본 발명의 제 4실시예에 대해 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명하기로 한다.

본 발명의 제 4실시예에 따른 3차원 측정 데이터 자동 정렬장치의 구성은 도 14에 도시된 바와 같으며, 동도면에 도시된 바와 같이, 측정 대상물(10), 투영부(16), 영상획득부(18), 이동 구동부(20), 이동 메카니즘(22), 영상 입력부(24), 투영 제어부(28), 버퍼(32), 마커 발생기(80)와, 마커 개별 점멸 제어부(84), 마이크로 프로세서(86)를 포함하여 구성된다.

여기서, 도 3에 도시된 제 1실시예의 구성과 동일한 기능 및 동작을 수행하는 구성요소에 대해서는 동일한 참조부호를 부여하였으며, 중복된 기재를 피하고자 이에 대한 구체적인 설명은 생략하기로 한다.

상기 마커 발생기(80)는 광학적으로 측정하고자 하는 측정 대상물(10)의 표면에 영상획득부(18)가 인식할 수 있는 무늬를 투영하기 위한 것으로서, 이는 상기 측정 대상물(10)을 지향하는 전면에 걸쳐서 다수의 광학식 마커를 상호 불규칙적인 조사방향을 갖고서 투영되도록 하는 다수의 마커 출력부(82)가 설치되어 있다.

상기 마커 발생기(80)는 상기 마커 개별 점멸 제어부(84)의 제어에 따라 다수의 마커 출력부(82)를 선택적으로 점멸 구동하도록 구성되어 있다.

상기 마커 개별 점멸 제어부(84)는 상기 마이크로 프로세서(86)의 제어에 의해 상기 마커 발생기(80)에 갖추어진 다수의 마커 출력부(82)를 개별적으로 점멸제어하게 된다.

상기 마이크로 프로세서(86)는 측정 대상물(10)로부터 획득된 측정데이터를 분석하여 하나의 좌표계에 자동으로 정렬시키기 위한 전용의 소프트웨어 프로그램을 구동시킨 상태에서, 상기 영상 획득부(18)로부터 여러 각도에서 촬영된 2차원 영상데이터와 3차원 측정 데이터를 영상 입력부(24)를 통해 각각 입력받아 분석하여 여러 각도에서 촬영된 측정 데이터를 하나의 좌표계에 자동으로 정렬하기 위한 연산처리를 수행하는데, 이에 대한 구체적인 동작과정은 상기 한 제 1실시예에서의 마이크로 프로세서 동작과정과 동일하다.

단, 본 발명의 제 4실시예에 따른 마이크로 프로세서(86)는, 측정 대상물(10)의 어느 한쪽 영역에 대한 2차원 영상데이터와 3차원 측정 데이터를 획득하고 이에 대한 연산처리를 수행한 다음 다른 영역에 대한 2차원 영상데이터와 3차원 측정 데이터를 획득하고자 마커 발생기(80)를 점등시킬 때에 이미 영상 및 측정 데이터를 획득한 영역에 투영된 마커는 소정 주기(예컨대, 0.5초 정도)로 반복하여 점멸하게 하는 반면, 나머지 영역에 투영된 마커는 점등상태를 유지하도록 마커 개별 점멸 제어부(84)를 제어한다.

또는, 역으로 이미 영상 및 측정 데이터를 획득한 영역에 투영된 마커는 점등상태를 유지하도록 하는 반면, 나머지 영역에 투영된 마커는 소정 주기로 반복하여 점멸하게 하는 것도 가능하다.

이와 같이, 이미 영상 및 측정 데이터를 획득한 영역에 투영된 마커와, 나머지 영역에 투영된 마커의 점멸상태를 다르게 함으로써, 측정을 담당하는 시험자가 영상 및 측정 데이터를 획득한 영역과 나머지 영역을 육안으로 쉽게 확인할 수 있고, 이를 통해 측정의 편의성을 도모할 수 있다.

다음에, 본 발명의 제 5실시예에 대해 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명하기로 한다.

본 발명의 제 5실시예에 따른 3차원 측정 데이터 자동 정렬장치의 구성은 도 15에 도시된 바와 같으며, 동도면에 도시된 바와 같이, 측정 대상물(10), 투영부(16), 영상획득부(18), 이동 구동부(20), 이동 메카니즘(22), 영상 입력부(24), 투영 제어부(28), 버퍼(32), 마커 발생기(90)와, 마커 개별 점멸/색상 제어부(94), 마이크로 프로세서(96)를 포함하여 구성된다.

여기서, 도 3에 도시된 제 1실시예의 구성과 동일한 기능 및 동작을 수행하는 구성요소에 대해서는 동일한 참조부호를 부여하였으며, 중복된 기재를 피하고자 이에 대한 구체적인 설명은 생략하기로 한다.

상기 마커 발생기(90)는 광학적으로 측정하고자 하는 측정 대상물(10)의 표면에 영상획득부(18)가 인식할 수 있는 무늬를 투영하기 위한 것으로서, 이는 상기 측정 대상물(10)을 지향하는 전면에 걸쳐서 다수의 광학식 마커를 상호 불규칙적인 조사방향을 갖고서 투영되도록 하는 다수의 마커 출력부(92)가 설치되어 있다.

여기서, 상기 마커 발생기(90)는 마커 개별 점멸/색상 제어부(94)의 제어에 따라 각 마커 출력부(92)가 최소한 2가지 이상의 각기 다른 색상의 광을 선택적으로 전환하여 조사할 수 있도록 구성되어 있다. 예컨대, 마커 출력부(92)마다 최소한 2개 이상의 각기 다른 색상의 광원을 구비하고 이를 광원을 선택적으로 점등함으로써 각기 다른 색상의 광을 선택적으로 발생하도록 구성될 수 있다.

상기 마커 개별 점멸/색상 제어부(94)는 상기 마이크로 프로세서(96)의 제어에 의해 상기 마커 발생기(90)에 갖추어진 다수의 마커 출력부(92)의 점멸 및 개별적인 색상을 제어하게 된다.

상기 마이크로 프로세서(96)는 측정 대상물(10)로부터 획득된 측정데이터를 분석하여 하나의 좌표계에 자동으로 정렬시키기 위한 전용의 소프트웨어 프로그램을 구동시킨 상태에서, 상기 영상 획득부(18)로부터 여러 각도에서 촬영된 2차원 영상데이터와 3차원 측정 데이터를 영상 입력부(24)를 통해 각각 입력받아 분석하여 여러 각도에서 촬영된 측정 데이터를 하나의 좌표계에 자동으로 정렬하기 위한 연산처리를 수행하는데, 이에 대한 구체적인 동작과정은 상기한 제 1실시예에서의 마이크로 프로세서 동작과정과 동일하다.

단, 본 발명의 제 5실시예에 따른 마이크로 프로세서(96)는, 측정 대상물(10)의 어느 한쪽 영역에 대한 2차원 영상데이터와 3차원 측정 데이터를 획득하고 이에 대한 연산처리를 수행한 다음 다른 영역에 대한 2차원 영상데이터와 3차원 측정 데이터를 획득하고자 마커 발생기(90)를 점등시킬 때에 이미 영상 및 측정 데이터를 획득한 영역에 투영된 마커와 나머지 영역에 투영된 마커의 색상이 다르게 투영되도록 마커 개별 점멸/색상 제어부(94)를 제어한다.

이와 같이, 이미 영상 및 측정 데이터를 획득한 영역에 투영된 마커와, 나머지 영역에 투영된 마커의 색상을 다르게 함으로써, 측정을 담당하는 시험자가 영상 및 측정 데이터를 획득한 영역과 나머지 영역을 육안으로 쉽게 확인할 수 있고, 이를 통해 측정의 편의성을 도모할 수 있다.

다음에, 본 발명의 제 6실시예에 대해 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명하기로 한다.

본 발명의 제 6실시예에 따른 3차원 측정 데이터 자동 정렬장치의 구성은 도 16에 도시된 바와 같으며, 동도면에 도시된 바와 같이, 측정 대상물(10), 마커 발생기(12), 투영부(16), 영상획득부(18), 영상 입력부(24), 마커 점멸 제어부(26), 투영 제어부(28), 버퍼(32), 회전 테이블(100), 회전 구동부(102), 회전 메카니즘(104), 마이크로 프로세서(106)를 포함하여 구성된다.

여기서, 도 3에 도시된 제 1실시예의 구성과 동일한 기능 및 동작을 수행하는 구성요소에 대해서는 동일한 참조부호를 부여하였으며, 중복된 기재를 피하고자 이에 대한 구체적인 설명은 생략하기로 한다.

상기 회전 테이블(100)은 그 상부 판에 측정 대상물(10)을 올려놓은 상태로 회동 가능한 구조로 이루어짐과 더불어, 상기 상부 판의 외주부에 복수의 마커 발생기(12)가 측정 대상물(10)과 함께 일체로 회전될 수 있도록 고정 설치되어 있다.

상기 회전 구동부(102)는 상기 마이크로 프로세서(106)의 구동제어에 의해 회전 테이블(100)을 목표 각도만큼 회전시키기 위한 구동을 수행하며, 상기 회전 메카니즘(104)은 회전 구동부(102)의 구동에 따른 동력을 전달받아 회전 테이블(100)을 목표 각도만큼 회전시키기 위한 구조를 갖추고 있다.

이때, 본 발명의 제 6실시예에서는 상기한 바와 같이 회전 구동부(102)를 이용하여 회전 테이블(100)을 전기적인 구동으로 회전시키도록 이루어진 경우를 예로 들어 설명하지만, 회전 메카니즘(104)을 수동으로 조작하여 조작자가 임의적으로 이동될 수 있도록 구성하는 것도 가능하다.

또한, 마커 발생기와 측정 대상이 고정된 상태에서 움직임이 가능한 시스템이라면, 회전 테이블(100) 뿐만 아닌, 어떠한 것도 가능하다.

상기 마이크로 프로세서(106)는 측정 대상물(10)로부터 획득된 측정데이터를 분석하여 하나의 좌표계에 자동으로 정렬시키기 위한 전용의 소프트웨어 프로그램을 구동시킨 상태에서, 상기 영상 획득부(18)로부터 여러 각도에서 촬영된 2차원 영상데이터와 3차원 측정 데이터를 영상 입력부(24)를 통해 각각 입력받아 분석하여 여러 각도에서 촬영된 측정 데이터를 하나의 좌표계에 자동으로 정렬하기 위한 연산처리를 수행하는데, 이에 대한 구체적인 동작과정은 상기한 제 1실시예에서의 마이크로 프로세서 동작과정과 동일하다.

단, 본 발명의 제 6실시예에 따른 마이크로 프로세서(106)는, 측정 대상물(10)의 어느 한쪽 영역에 대한 2차원 영상 데이터와 3차원 측정 데이터를 획득하고 이에 대한 연산처리를 수행한 다음 다른 영역에 대한 2차원 영상데이터와 3차원 측정 데이터를 획득하고자 할 때 회전 테이블(100)을 회전시키도록 회전 구동부(102)를 제어하게된다.

이제 상기와 같이 구성된 본 발명의 제 6실시예에 따른 3차원 측정 데이터 자동 정렬장치의 동작과정에 대하여 첨부된 도 17a 및 도 17b의 플로우차트를 참조하여 상세히 설명하기로 한다.

먼저, 회전 테이블(10)의 상부판에 측정 대상물(10)이 안착된 상태에서, 마이크로 프로세서(106)는 회전 구동부(102)를 구동하여 회전 메카니즘(104)을 작동시킴에 따라 회전 테이블(100)을 소정 각도로 회전시켜 측정 대상물(10)을 측정에 적합한 위치로 회전시키게 된다(단계 S50).

그 상태에서, 상기 마이크로 프로세서(106)는 마커 점멸 제어부(26)를 제어하여 마커 발생기(12)에 구비된 다수의 마커 출력부(14)를 점등시켜서 상기 측정 대상물(10)의 표면에 다수의 마커가 불규칙적으로 투영되도록 한다(단계 S51).

상기 마커 발생기(12)로부터의 광학식 마커가 측정 대상물(10)에 투영되어 있는 상태에서, 영상 획득부(18)에서 상기 측정 대상물(10)의 특정 영역을 촬영하여 광학식 마커가 포함된 2차원 영상을 획득하게 되면, 상기 마이크로 프로세서(106)는 영상 입력부(24)를 통해 상기 영상 획득부(18)에서 획득된 2차원 영상데이터를 입력받게 된다(단계 S52).

그 다음에, 상기 마이크로 프로세서(106)는 상기 마커 점멸 제어부(26)를 제어하여 상기 마커 발생기(12)가 소등되어 광학식 마커가 측정 대상물(10)에 투영되지 못하도록 하게 되고(단계 S53), 그 상태에서 영상 획득부(18)로부터 측정 대상물(10)의 동일한 영역을 촬영하여 광학식 마커가 포함되어 있지 않은 2차원 영상을 획득하면, 그 2차원 영상데이터를 영상 입력부(24)를 통해 입력받게 된다(단계 S54).

또한, 상기 마이크로 프로세서(106)는 상기 마커 발생기(12)가 소등되어 광학식 마커가 투영되지 않은 상태에서, 투영 제어부(28)를 제어하여 투영부(16)를 동작시키게 되고, 그 투영부(16)로부터 3차원 측정을 위한 소정의 무늬패턴(예컨대 각각 간격이 다른 복수 구간의 줄무늬 패턴 또는 다중 줄무늬 패턴)이 상기 측정 대상물(10)의 표면에 투영된다.

이 때, 상기 영상 획득부(18)에서 무늬패턴이 투영된 측정 대상물(10)을 촬영하여 3차원 측정데이터를 획득하면, 상기 마이크로 프로세서(106)는 영상 입력부(24)를 통해서 3차원 측정데이터를 입력받게 된다(단계 S55).

그 상태에서, 상기 마이크로 프로세서(106)는 광학식 마커가 포함된 2차원 영상데이터와 마커가 포함되어 있지 않은 2차원 영상데이터를 영상처리하여 마커의 2차원 위치를 추출하게 된다(단계 S56).

그 다음에, 상기 마이크로 프로세서(106)는 2차원 영상데이터에서 추출된 마커를 이용하여 상기 영상 획득부(18)의 카메라 렌즈중심으로부터 2차원 영상데이터에서의 임의의 3개 마커에 대한 좌표값과 일직선에 위치하는 3차원 측정데이터 상의 임의의 3차원 좌표값을 추정함에 의해서 해당 마커의 3차원 위치를 찾게 된다(단계 S57).

한편, 상기 마이크로 프로세서(106)는 베퍼(32)의 레지스터가 비어 있는지의 여부를 판단한다(단계 S58).

상기 판단 결과, 상기 베퍼(32)의 레지스터가 비어 있지 않다고 판단되면, 마이크로 프로세서(106)는 상기 단계 S57에서 찾은 마커의 3차원 위치에 대해 상기 베퍼(32)의 레지스터에 등록된 이전의 3차원 측정데이터(즉, 현재의 3차원 측정데이터와 겹치는 데이터)에 따른 마커를 비교하여 상호 짹이 되는 마커를 검색하게 된다(단계 S59).

상기한 바와 같은 마커의 검색처리에 의해 현재의 3차원 측정데이터에 포함된 광학식 마커와 베퍼(32)의 레지스터에 등록된 마커와의 비교에 의해 짹이 되는 마커를 찾게 되면, 상기 마이크로 프로세서(106)는 각각의 3차원 측정데이터에서 짹이 되는 마커의 위치로부터 이동을 위한 위치 변환 행렬을 구하게 되고(단계 S60), 상기 베퍼(32)의 레지스터에 등록된 3차원 측정데이터의 위치를 기준 좌표계로 하여 현재의 측정데이터를 이동시키게 된다(단계 S61).

그 결과로, 상기 마이크로 프로세서(106)는 현재의 측정데이터로부터 새롭게 찾은 마커를 버퍼(32)의 레지스터에 등록시켜서 이전의 측정데이터에 다른 마커와 정렬시키게 된다(단계 S62).

그 다음에, 상기 마이크로 프로세서(106)는 상기 측정 대상물(10)에 대해서 획득된 3차원 측정데이터에 대한 자동정렬이 완료되었는지의 여부를 판단한다(단계 S63).

상기 판단 결과, 상기 측정 대상물(10)로부터 획득된 3차원 측정데이터에 대한 자동정렬이 완료되지 않았다고 판단하게 되면, 마이크로 프로세서(106)는 상기 단계 S50으로 되돌아가서 상기 회전 구동부(102)에 의해 회전 메카니즘(104)을 작동하여 회전 테이블(100)을 소정 각도만큼 회전시킴으로써 측정 대상물(10)의 다른 측정 영역에 대해 투영부(16)와 영상획득부(18)를 통해 2차원 영상 및 3차원 측정데이터를 획득할 수 있도록 한다.

이후, 제어부(106)는 상기한 단계 S50으로부터 단계 S62까지의 과정을 반복적으로 실행하게 된다.

상기와 바와 같이 본 발명의 제 6실시예는 측정 대상물이 이동하도록 구성된 것으로, 상기한 투영부와 영상획득부가 이동하도록 구성된 본 발명의 제 1실시예와 비교하여 상대적으로 크기가 작은 측정 대상물로부터 3차원 측정데이터를 획득 및 정렬하는데 적합하다.

이때, 마커 발생기와 측정 대상물은 측정이 완료될 때까지 상대적인 움직임이 있어서는 안되는 바, 회전 테이블에 마커 발생기를 고정하여 상대적인 움직임을 방지한 구조로 구성하였다.

한편, 상기한 본 발명의 실시예들에서 사용된 기준 좌표계를 이용한 정렬방식은, 3차원 측정데이터의 정렬시 버퍼의 레지스터에 저장되어 있는 그 이전 측정 영역의 3차원 측정데이터의 위치를 기준 좌표계로 하여 새로 측정된 영역의 3차원 측정데이터의 위치를 이동시켜 붙여가는 방식이기 때문에, 측정 대상물이 크기가 커서 측정 영역의 개수가 많아질수록 영상획득부의 정밀도 문제에 따른 미세한 오차가 증폭되어 오차값이 매우 커질 수 있다.

예컨대, 도 18의 (a)와 (b)는 각각 동일한 측정대상물에 대해 경계부위가 중첩되는 인접한 서로 다른 측정 영역을 측정한 데이터를 나타낸 것으로, 점선으로 표현된 부분이 측정대상물의 실제 데이터라고 하면 영상획득부를 통해 얻어지는 데이터는 실선으로 표시된 부분과 같이 오차값을 가지게 된다.

이에 따라, 도 18의 (a) 및 (b)의 측정 데이터 중 어느 하나를 기준 좌표계로 하여 이 기준 좌표계에 나머지 하나의 데이터를 이동시켜 붙이게 되면, 도 18의 (a) 및 (b)의 각 측정 데이터 간 오차값이 서로 더해지므로 도 18의 (c)에 도시된 실선과 같이 오차값이 커진 측정 데이터를 얻게 된다.

즉, 측정해야 할 영역이 넓어 측정 횟수가 증가할수록 오차는 점점 더 커지게 될 염려가 있는 것이다.

이에 본 발명의 제 7 및 제 8실시예에서는, 3차원 측정 데이터의 위치를 기준 좌표계가 아닌 절대 좌표계에 정렬하는 방법을 제시하고자 한다.

여기서, 절대 좌표계는, 기준 좌표계와는 달리 측정 대상물의 전체 측정영역에 대한 3차원 위치데이터가 사용되는 바, 전체 측정 데이터의 오차값은 측정 대상물의 전체 측정영역에 대해 영상을 획득하는 영상획득장치의 오차범위를 벗어나지 않게 된다.

예컨대, 도 19의 (a)와 (b)를 각각 동일한 측정대상물에 대해 경계부위가 중첩되는 인접한 서로 다른 측정 영역을 측정한 데이터를 나타낸 것이라고 할 때, 도 19의 (c)에 도시된 바와 같은 절대 좌표계에 상기한 도 19의 (a)와 (b)의 측정 데이터를 이동하여 붙이면, 도 19의 (d)에 도시된 바와 같이 측정 데이터는 절대 좌표계의 오차 범위와 측정장치의 오차범위를 합한 값을 벗어나지 않게 되므로, 앞서 설명한 바와 같은 영상획득부의 정밀도 문제로 인하여 오차가 증폭되는 것을 방지할 수 있다.

먼저, 본 발명의 제 7실시예에 대해 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명하기로 한다.

본 발명의 제 7실시예에 따른 3차원 측정 데이터 자동 정렬장치의 구성은 도 20에 도시된 바와 같으며, 동도면에 도시된 바와 같이, 측정 대상물(10), 마커 발생기(12), 투영부(16), 영상획득부(18), 이동 구동부(20), 이동 메카니즘(22), 마커 점멸 제어부(26), 투영 제어부(28), 버퍼(32), 대영역 영상획득부(110), 영상입력부(112), 제2 이동 구동부(114), 제2 이동 메카니즘(116), 마이크로 프로세서(118), 기준 물체(120)를 포함하여 구성된다.

여기서, 도 3에 도시된 제 1실시예의 구성과 동일한 기능 및 동작을 수행하는 구성요소에 대해서는 동일한 참조부호를 부여하였으며, 중복된 기재를 피하고자 이에 대한 구체적인 설명은 생략하기로 한다.

상기 대영역 영상 획득부(110)는 CCD 카메라 또는 CMOS 카메라 등과 같이 영상을 받아들일 수 있는 영상 센서로 이루어지고서, 마커 발생기(12)로부터 측정 대상물(10)의 표면에 광학적인 방법으로 마커를 투영하면, 그에 따른 영상을 촬영하여 획득하게 되는데, 영상 획득부(10)와는 별개로 구비되어 측정 대상물(10)의 전체 측정 영역의 영상을 촬영하여 획득하게 된다.

여기서, 대영역 영상 획득부(110)는 세분화된 측정 영역의 영상을 획득하는 영상 획득부(10) 보다 상대적으로 정밀도가 높은 영상 센서를 채용하는 것이 바람직하다.

상기 영상 입력부(112)는 영상 획득부(18) 및 대영역 영상 획득부(110)로부터 획득된 영상데이터를 입력받기 위한 것이다.

상기 제2 이동 구동부(114)는 상기 마이크로 프로세서(118)의 구동제어에 의해 대영역 영상 획득부(110)를 측정 대상물(10)에 대해서 상대적으로 이동시키기 위한 구동을 수행하며, 상기 제2 이동 메카니즘(116)은 상기 제2 이동 구동부(114)의 구동에 따른 동력을 전달받아 대영역 영상 획득부(110)를 측정 대상물(10)에 대해 일정한 방향으로 이동시키기 위한 구조를 갖추고 있다.

여기, 본 발명의 제 7실시예에서는 제2 이동 구동부(114)를 적용하여 대영역 영상 획득부를 전기적인 구동에 의해 이동시킬 수 있도록 되어 있지만, 제2 이동 메카니즘(116)을 수동으로 조작하여 조작자가 임의적으로 이동될 수 있도록 하는 것도 가능하다.

상기 마이크로 프로세서(118)는, 마커 발생기(12)로부터 다수의 광학식 마커를 측정 대상물(10)의 표면에 투영시킨 상태에서 대영역 영상 획득부(110)로부터 2개 이상의 서로 방향에서 촬영된 측정 대상물(10)과 기준 물체(120)의 영상 데이터에 의해 측정대상 전체 영역의 각 마커에 대한 3차원 위치를 구하여 이 구해진 각 마커의 3차원 위치를 절대 좌표계로 설정하는 연산처리를 수행한다.

이와 더불어, 마이크로 프로세서(118)는, 영상 획득부(18)로부터 여러 각도에서 촬영된 2차원 영상데이터와 3차원 측정 데이터를 영상 입력부(112)를 통해 각각 입력받아 분석하여 측정 대상물(10)에 대해 여러 세분화된 측정 영역을 촬영한 측정 데이터를 상기한 절대 좌표계에 정렬하기 위한 연산처리를 수행한다.

상기 기준 물체(120)는 마이크로 프로세서(118)에 미리 그 크기에 대한 치수정보가 입력되어 있는 소정 형상의 물체로서, 측정 대상물(10)과 인접하게 배치되어 대영역 영상 획득부(110)를 통해 측정 대상물(10)과 함께 그 영상이 획득된다.

이제 상기와 같이 구성된 본 발명의 제 7실시예에 따른 3차원 측정 데이터 자동 정렬장치의 동작과정에 대하여 첨부된 도 21a 및 도 21b의 플로우차트를 참조하여 상세히 설명하기로 한다.

먼저, 마커 발생기(12) 측에 소정의 측정 대상물(10)을 배치하고 이 측정 대상물(10)에 인접한 소정 지점에 기준 물체(120)를 배치한 상태에서 마이크로 프로세서(118)는 제2 이동 구동부(114)를 구동하여 이동 메카니즘(116)을 작동 시킴으로써, 대영역 영상 획득부(110)를 측정 대상물(10)의 측정에 적합한 위치로 이동시킨다.

다음, 마이크로 프로세서(118)는 마커 점멸 제어부(26)를 제어하여 마커 발생기(12)에 구비된 다수의 마커 출력부(14)를 점등시켜서 측정 대상물(10)의 표면에 다수의 마커가 불규칙적으로 투영되도록 한다(단계 S70).

상기 마커 발생기(12)로부터의 광학식 마커가 측정 대상물(10)에 투영되어 있는 상태에서, 대영역 영상 획득부(18)를 통해 기준 물체(120)가 포함되는 측정 대상물(10)의 전체 측정 대상 영역을 촬영하여 광학식 마커가 포함된 2차원 영상을 획득하게 되면, 마이크로 프로세서(118)는 영상 입력부(112)를 통해 상기 대영역 영상 획득부(110)에서 획득된 2차원 영상데이터를 입력받게 된다(단계 S71).

참고적으로, 도 22에는 대영역 영상 획득부(110)에 의해 획득되는 측정 대상물(10)의 전체 측정대상 영역과 기준 물체(120)가 포함되는 영상에 대한 일 예를 도시하였으며, 동도면에서, 참조부호 'RM'은 측정 대상물(10)의 표면에 투영된 광학식 마커이고, 참조부호 'BI'는 대영역 영상 획득부(110)에 의해 획득되는 영상을 나타낸다.

다음, 마이크로 프로세서(118)는 제2 이동 구동부(114)를 구동하여 이동 메카니즘(116)을 작동시킴으로써, 대영역 영상 획득부(110)를 측정 대상물(10)의 측정에 적합한 위치로 다른 지점으로 이동시킨다(단계 S72).

그리고, 마이크로 프로세서(118)는 상기 이동된 다른 지점에서 대영역 영상 획득부(18)를 제어하여 기준 물체(120)가 포함되는 측정 대상물(10)의 전체 측정 대상 영역을 촬영함으로써, 상기 단계 S71과는 다른 방향에서 광학식 마커가 포함된 2차원 영상을 획득하고, 이를 영상 입력부(112)를 통해 입력받게 된다(단계 S73).

그 다음에, 마이크로 프로세서(118)는 마커 점멸 제어부(26)를 제어하여 상기 마커 발생기(12)를 소등시킴으로써, 광학식 마커가 측정 대상물(10)에 투영되지 못하도록 한다(단계 S74).

마이크로 프로세서(118)는 대영역 영상 획득부(110)를 통해 획득된 각기 다른 방향의 측정대상 전체 영역에 대한 각각의 2차원 영상을 조합하고 이 영상에 포함되어 있는 기준물체(120)의 미리 알고 있는 치수에 의해 연산을 수행하여 전체 측정대상 영역에 포함되어 있는 각 마커의 3차원 위치를 산출한다(단계 S75).

그리고, 마이크로 프로세서(118)는 상기 산출된 각 마커의 3차원 위치를 버퍼(32)의 레지스터에 등록한다(단계 S76).

다음, 마이크로 프로세서(118)는 이동 구동부(20)를 구동하여 이동 메카니즘(22)을 작동시킴에 따라 투영부(16)와 일체화된 영상 획득부(18)를 상기 측정 대상물(10)의 측정에 적합한 위치로 이동시키게 된다(단계 S77).

그 상태에서, 마이크로 프로세서(118)는 마커 점멸 제어부(26)를 제어하여 마커 발생기(12)에 구비된 다수의 마커 출력부(14)를 점등시켜서 상기 측정 대상물(10)의 표면에 다수의 마커가 불규칙적으로 투영되도록 한다(단계 S78).

상기 마커 발생기(12)로부터의 광학식 마커가 측정 대상물(10)에 투영되어 있는 상태에서, 영상 획득부(18)에서 상기 측정 대상물(10)의 전체 측정대상 영역 중 세분화된 영역(도 23의 'NI' 참조)을 촬영하여 광학식 마커가 포함된 2차원 영상을 획득하게 되면, 마이크로 프로세서(108)는 영상 입력부(112)를 통해 상기 영상 획득부(18)에서 획득된 2차원 영상데이터를 입력받게 된다(단계 S79).

그 다음에, 상기 마이크로 프로세서(108)는 마커 점멸 제어부(26)를 제어하여 마커 발생기(12)가 소등되어 광학식 마커가 측정 대상물(10)에 투영되지 못하도록 하고(단계 S80), 그 상태에서 영상 획득부(18)로부터 측정 대상물(10)의 동일한 영역을 촬영하여 광학식 마커가 포함되어 있지 않은 2차원 영상을 획득하면, 그 2차원 영상데이터를 영상 입력부(112)를 통해 입력받게 된다(단계 S81).

또한, 마이크로 프로세서(108)는 상기 마커 발생기(12)가 소등되어 광학식 마커가 투영되지 않은 상태에서, 투영 제어부(28)를 제어하여 투영부(16)를 동작시키게 되고, 그 투영부(16)로부터 3차원 측정을 위한 소정의 무늬패턴(예컨대 각각 간격이 다른 복수 구간의 줄무늬 패턴 또는 다중 줄무늬 패턴)이 상기 측정 대상물(10)의 표면에 투영된다.

이 때, 영상 획득부(18)에서 무늬패턴이 투영된 측정 대상물(10)을 촬영하여 3차원 측정데이터를 획득하면, 마이크로 프로세서(108)는 영상 입력부(112)를 통해서 3차원 측정데이터를 입력받게 된다(단계 S82).

그 상태에서, 상기 마이크로 프로세서(108)는 광학식 마커가 포함된 2차원 영상데이터와 마커가 포함되어 있지 않은 2차원 영상데이터를 영상처리하여 마커의 2차원 위치를 추출하게 된다(단계 S83).

그와 더불어, 상기 마이크로 프로세서(108)는 2차원 영상데이터에서 추출된 마커를 이용하여 상기 영상 획득부(18)의 카메라 렌즈중심으로부터 2차원 영상데이터에서의 임의의 3개 마커에 대한 좌표값과 일직선에 위치하는 3차원 측정데이터 상의 임의의 3차원 좌표값을 추정함에 의해서 해당 마커의 3차원 위치를 찾게 된다(단계 S84).

다음, 마이크로 프로세서(108)는 상기 단계 S84에서 찾은 마커의 3차원 위치와 상기 단계 S76에서 버퍼(32)의 레지스터에 저장한 마커의 3차원 위치를 비교하여 서로 짹이 되는 즉, 서로 3차원 위치가 동일한 마커를 검색한다(단계 S85).

상기한 바와 같은 마커의 검색처리에 의해 현재의 3차원 측정데이터에 포함된 광학식 마커와 버퍼(32)의 레지스터에 등록된 마커와의 비교에 의해 짹이 되는 마커를 찾게 되면, 마이크로 프로세서(108)는 각각의 3차원 측정데이터에서 짹이 되는 마커의 위치로부터 이동을 위한 위치 변환 행렬을 구하게 되고(단계 S86), 이 위치 변환 행렬에 현재의 측정데이터를 이동시키되 버퍼(32)의 레지스터에 등록된 마커의 3차원 위치를 절대 좌표계로 설정하여 이 절대 좌표계에 정렬한다(단계 S87).

다음에, 마이크로 프로세서(108)는 상기 측정 대상물(10)에 대해서 획득된 3차원 측정데이터에 대한 자동정렬이 완료되었는지 즉, 측정 대상물(10)의 측정대상 영역 중 세분화된 영역의 3차원 측정데이터가 모두 정렬되었는지를 판단한다(단계 S88).

상기 판단 결과, 상기 측정 대상물(10)로부터 획득된 3차원 측정데이터에 대한 자동정렬이 완료되지 않았다고 판단하게 되면, 마이크로 프로세서(108)는 상기 단계 S77로 되돌아가 이동 구동부(20)를 구동하여 이동 메카니즘(22)을 작동시킴으로써, 투영부(16)와 영상획득부(18)를 아직 측정되지 않은 영역을 측정하기에 적합한 위치로 이동시키면서 상기 단계 S77로부터 단계 S88까지의 과정을 반복적으로 실행하게 된다.

상기 제 7실시예에서 전체 측정대상 영역의 영상을 획득하는 대영역 영상 획득부와 세분화된 측정 영역의 영상을 획득하는 영상획득부를 별개로 구비하여 구성한 경우를 예로 들어 설명하였으나, 영상획득부 하나를 이용해 전체 측정 대상 영역의 영상 및 세분화된 측정 영역의 영상을 모두 획득하도록 구성할 수도 있다.

다음으로, 본 발명의 제 8실시예에 대해 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명하기로 한다.

본 발명의 제 8실시예에 따른 3차원 측정 데이터 자동 정렬장치의 구성은 도 24에 도시된 바와 같으며, 동도면에 도시된 바와 같이, 측정 대상물(10), 마커 발생기(12), 투영부(16), 영상획득부(18), 이동 구동부(20), 이동 메카니즘(22), 마커 점멸 제어부(26), 투영 제어부(28), 버퍼(32), 한쌍 또는 다수의 대영역 영상획득부(130, 132), 영상 입력부(134), 마이크로 프로세서(136)를 포함하여 구성된다.

여기서, 도 3에 도시된 제 1실시예의 구성과 동일한 기능 및 동작을 수행하는 구성요소에 대해서는 동일한 참조부호를 부여하였으며, 중복된 기재를 피하고자 이에 대한 구체적인 설명은 생략하기로 한다.

상기 한쌍의 대영역 영상 획득부(130, 132)는 각각 CCD 카메라 또는 CMOS 카메라 등과 같이 영상을 받아들일 수 있는 영상 센서로 이루어지며, 서로 설정 거리만큼 이격되어 고정된 것으로, 서로 다른 각도에서 동일한 측정 대상 영역에 대해 촬영하여 영상을 획득하는 것으로, 일명 스테레오 비전(Stereo Vision)이라 불리우는 방법이다.

여기서, 각 대영역 영상 획득부(130, 132)는 세분화된 측정 영역의 영상을 획득하는 영상 획득부(10) 보다 상대적으로 정밀도가 높은 영상 센서를 채용하는 것이 바람직하다.

상기 영상 입력부(134)는 영상 획득부(18) 및 대영역 영상 획득부(130, 132)로부터 획득된 영상데이터를 입력받기 위한 것이다.

상기 마이크로 프로세서(136)는, 마커 발생기(12)로부터 다수의 광학식 마커를 측정 대상물(10)의 표면에 투영시킨 상태에서 대영역 영상 획득부(130, 132)로부터 서로 다른 방향에서 촬영된 측정 대상물(10)의 영상 데이터에 의해 측정대상 전체 영역의 각 마커에 대한 3차원 위치를 구하고, 이 대영역 영상 획득부(130, 132)로 얻은 영상으로부터 얻은 마커의 3차원 위치를 절대 좌표로 사용한다.

이와 더불어, 마이크로 프로세서(136)는, 영상 획득부(18)로부터 여러 각도에서 촬영된 2차원 영상데이터와 3차원 측정 데이터를 영상 입력부(134)를 통해 각각 입력받아 분석하여 측정 대상물(10)에 대해 여러 세분화된 측정 영역을 촬영한 측정 데이터를 상기한 절대 좌표계에 정렬하기 위한 연산처리를 수행한다.

이 방법은, 상기된 제 1 실시예에서의 서로 다른 오브젝트를 레지스터링 하는 것과 동일한 과정이며, 대상 오브젝트가 미리 구해놓은 절대 좌표라는 것만 다를 뿐이다.

이제 상기와 같이 구성된 본 발명의 제 8실시예에 따른 3차원 측정 데이터 자동 정렬장치의 동작과정에 대하여 첨부된 도 25a 및 도 25b의 플로우차트를 참조하여 상세히 설명하기로 한다.

먼저, 마커 발생기(12) 측에 소정의 측정 대상물(10)을 배치한 상태에서 마이크로 프로세서(136)는 마커 점멸 제어부(26)를 제어하여 마커 발생기(12)에 구비된 다수의 마커 출력부(14)를 점등시켜서 측정 대상물(10)의 표면에 다수의 마커가 불규칙적으로 투영되도록 한다(단계 S90).

상기 마커 발생기(12)로부터의 광학식 마커가 측정 대상물(10)에 투영되어 있는 상태에서, 대영역 영상 획득부(130, 132)를 통해 측정 대상물(10)의 전체 측정 대상 영역을 서로 다른 방향에서 촬영하여 광학식 마커가 포함된 2차원 영상을 중첩되게 획득하게 되면, 마이크로 프로세서(118)는 영상 입력부(134)를 통해 상기 대영역 영상 획득부(130, 132)에서 획득된 2차원 영상데이터를 각각 입력받게 된다(단계 S91).

참고적으로, 도 26에는 대영역 영상 획득부(130, 132)에 의해 획득되는 측정 대상물(10)의 전체 측정대상 영역의 영상에 대한 일예를 도시하였으며, 동도면에서, 참조부호 'RM'은 측정 대상물(10)의 표면에 투영된 광학식 마커이고, 참조부호 'BI-1'은 대영역 영상 획득부(132)에 의해 획득되는 영상, 참조부호 'BI-2'는 대영역 영상 획득부(130)에 의해 획득되는 영상을 나타낸다.

그 다음에, 마이크로 프로세서(136)는 마커 점멸 제어부(26)를 제어하여 마커 발생기(12)를 소등시킴으로써, 광학식 마커가 측정 대상물(10)에 투영되지 못하도록 한다(단계 S92).

마이크로 프로세서(136)는 대영역 영상 획득부(130, 132)를 통해 획득된 각기 다른 방향의 측정대상 전체 영역에 대한 2차원 영상 정보에 의해 연산을 수행하여 전체 측정대상 영역에 포함되어 있는 각 마커의 3차원 위치를 산출한다(

단계 S93).

즉, 상기 단계 S93에서, 대영역 영상 획득부(130, 132) 사이의 거리는 고정적으로 불변이며 그 거리 정보는 마이크로 프로세서(136)에 저장되어 있는 바, 한쌍의 대영역 영상 획득부(130, 132)의 위치와 측정 대상물(10)에 투영된 각 마커의 위치간의 관계를 삼각측량법에 의해 연산함으로써, 각 마커의 3차원 위치를 구할 수 있다.

그리고, 마이크로 프로세서(136)는 상기 산출된 각 마커의 3차원 위치를 버퍼(32)의 레지스터에 등록한다(단계 S94).

다음, 마이크로 프로세서(136)는 이동 구동부(20)를 구동하여 이동 메카니즘(22)을 작동시킴에 따라 투영부(16)와 일체화된 영상 획득부(18)를 상기 측정 대상물(10)의 측정에 적합한 위치로 이동시키게 된다(단계 S95).

그 상태에서, 마이크로 프로세서(136)는 마커 점멸 제어부(26)를 제어하여 마커 발생기(12)에 구비된 다수의 마커 출력부(14)를 점등시켜서 상기 측정 대상물(10)의 표면에 다수의 마커가 불규칙적으로 투영되도록 한다(단계 S96).

상기 마커 발생기(12)로부터의 광학식 마커가 측정 대상물(10)에 투영되어 있는 상태에서, 영상 획득부(18)에서 상기 측정 대상물(10)의 전체 측정대상 영역 중 세분화된 영역(도 27의 'NI' 참조)을 촬영하여 광학식 마커가 포함된 2차원 영상을 획득하게 되면, 마이크로 프로세서(136)는 영상 입력부(134)를 통해 상기 영상 획득부(18)에서 획득된 2차원 영상데이터를 입력받게 된다(단계 S97).

그 다음에, 상기 마이크로 프로세서(136)는 마커 점멸 제어부(26)를 제어하여 마커 발생기(12)가 소등되어 광학식 마커가 측정 대상물(10)에 투영되지 못하도록 하고(단계 S98), 그 상태에서 영상 획득부(18)로부터 측정 대상물(10)의 동일한 영역을 촬영하여 광학식 마커가 포함되어 있지 않은 2차원 영상을 획득하면, 그 2차원 영상데이터를 영상 입력부(112)를 통해 입력받게 된다(단계 S99).

또한, 마이크로 프로세서(136)는 상기 마커 발생기(12)가 소등되어 광학식 마커가 투영되지 않은 상태에서, 투영 제어부(28)를 제어하여 투영부(16)를 동작시키게 되고, 그 투영부(16)로부터 3차원 측정을 위한 소정의 무늬패턴(예컨대 각각 간격이 다른 복수 구간의 줄무늬 패턴 또는 다중 줄무늬 패턴)이 상기 측정 대상물(10)의 표면에 투영된다.

이 때, 영상 획득부(18)에서 무늬패턴이 투영된 측정 대상물(10)을 촬영하여 3차원 측정데이터를 획득하면, 마이크로 프로세서(136)는 영상 입력부(112)를 통해서 3차원 측정데이터를 입력받게 된다(단계 S100).

그 상태에서, 상기 마이크로 프로세서(136)는 광학식 마커가 포함된 2차원 영상데이터와 마커가 포함되어 있지 않은 2차원 영상데이터를 영상처리하여 마커의 2차원 위치를 추출하게 된다(단계 S101).

그와 더불어, 상기 마이크로 프로세서(136)는 2차원 영상데이터에서 추출된 마커를 이용하여 상기 영상 획득부(18)의 카메라 렌즈중심으로부터 2차원 영상데이터에서의 임의의 3개 마커에 대한 좌표값과 일직선에 위치하는 3차원 측정데이터 상의 임의의 3차원 좌표값을 추정함에 의해서 해당 마커의 3차원 위치를 찾게 된다(단계 S102).

다음, 마이크로 프로세서(136)는 상기 단계 S102에서 찾은 마커의 3차원 위치와 상기 단계 S94에서 버퍼(32)의 레지스터에 저장한 마커의 3차원 위치를 비교하여 서로 짹이 되는 즉, 서로 3차원 위치가 동일한 마커를 검색한다(단계 S103).

상기한 바와 같은 마커의 검색처리에 의해 현재의 3차원 측정데이터에 포함된 광학식 마커와 버퍼(32)의 레지스터에 등록된 마커와의 비교에 의해 짹이 되는 마커를 찾게 되면, 마이크로 프로세서(136)는 각각의 3차원 측정데이터에서 짹이 되는 마커의 위치로부터 이동을 위한 위치 변환 행렬을 구하게 되고(단계 S104), 이 위치 변환 행렬에 현재의 측정데이터를 이동시키되 버퍼(32)의 레지스터에 등록된 마커의 3차원 위치를 절대 좌표계로 설정하여 이 절대 좌표계에 정렬한다(단계 S105).

다음에, 마이크로 프로세서(136)는 상기 측정 대상물(10)에 대해서 획득된 3차원 측정데이터에 대한 자동정렬이 완료되었는지 즉, 측정 대상물(10)의 측정대상 영역 중 세분화된 영역의 3차원 측정데이터가 모두 정렬되었는지를 판단한다(단계 S106).

상기 판단 결과, 상기 측정 대상물(10)로부터 획득된 3차원 측정데이터에 대한 자동정렬이 완료되지 않았다고 판단하게 되면, 마이크로 프로세서(108)는 상기 단계 S95로 되돌아가 이동 구동부(20)를 구동하여 이동 메카니즘(22)을 작동시킴으로써, 투영부(16)와 영상획득부(18)를 아직 측정되지 않은 영역을 측정하기에 적합한 위치로 이동시키면서 상기 단계 S95로부터 단계 S106까지의 과정을 반복적으로 실행하게 된다.

상기 제 8실시 예에서 전체 측정대상 영역의 영상을 획득하는 한쌍의 대영역 영상 획득부와 세분화된 측정 영역의 영상을 획득하는 영상획득부 및 마커 발생기를 별개로 구성한 경우를 예로 들어 설명하였으나, 이에 대한 다른 변형 실시예로서 한쌍의 대영역 영상 획득부와 마커 발생기를 일체로 구성할 수도 있는데, 이와 같이 구성할 경우 마커 발생기에서 발생하는 광학식 마커가 투영되는 영역에 맞추어 한쌍의 대영역 영상 획득부의 위치값을 설정하는 작업을 할 필요가 없어 사용이 보다 간편해질 수 있다.

상기 제 8실시예의 또 다른 변형 실시예로서, 한쌍의 대영역 영상 획득부와 영상 획득부를 일체로 구성할 수도 있는데, 이와 같이 구성할 경우 절대 좌표를 얻을 수 있는 영역을 다소 작아질 수도 있고 정밀도가 다소 저하될 수도 있는 반면, 세분화된 측정 영역의 영상을 다수개 획득할 때 각 영상별로 경계부위를 중첩하지 않아도 되어 세분화된 측정 영역의 영상을 획득하는 횟수 즉, 스캔 횟수를 감소시킬 수 있게 된다.

참고적으로, 상기한 본 발명의 제 8실시예의 원리에 대해 부연설명하자면 다음과 같다.

상기한 본 발명의 제 8실시예에 구비된 대영역 영상 획득부(130, 132)의 기하학적인 모델은, 2 대의 카메라가 하나의 물체를 바라보고 있는 구조를 가지며, 응용 분야에 따라 다양한 형태를 나타내는데, 도 27에는 2 대의 카메라가 평행하게 배치되어 있는 구조를 나타내었다.

상기 도 27에서, 변수는 다음과 같이 정의된다.

『X : 구하고자 하는 위치의 좌표,

b : 카메라 중심 간의 거리(base line distance)

f : 카메라의 초점 길이(camera's focal length)

A, B : 각 카메라에서 획득하는 이미지면(image plane)

X<sub>l</sub>, X<sub>r</sub> : 각 이미지면의 원점으로부터 구하고자 하는 좌표 X의 상에 대한 이미지 상의 좌표.

P, Q : 각 카메라의 렌즈 중심(lens center)』

상기 도 27에서, 스테레오(stereo) 영상으로부터 구하려는 위치의 좌표(X)를 얻는 방법은 하기의 수학식 15 및 16에 나타낸 바와 같다.

$$\frac{x'_l}{f} = \frac{x + b/2}{z}, \quad \text{and} \quad \frac{x'_r}{f} = \frac{x - b/2}{z}$$

수학식 15

$$\frac{y'_l}{f} = \frac{y'_r}{f} = \frac{y}{z}$$

$$\frac{x'_l - x'_r}{f} = \frac{b}{z}$$

수학식 16

$$x = b \frac{(x'_l + x'_r)/2}{x'_l - x'_r}, \quad y = b \frac{(y'_l + y'_r)/2}{x'_l - x'_r}, \quad z = b \frac{f}{x'_l - x'_r}$$

다음으로는, 본 발명의 제 9실시예에 대해 첨부된 도면을 참조하여 설명하기로 한다.

여기 본 발명의 제 9실시예에서는, 투영부와 영상 획득부 및 마커 발생기를 측정 대상물을 중심으로 복수개 배치함으로써, 측정 대상물의 측정 대상 전체 영역에 대한 2차원 영상 및 3차원 측정데이터를 획득하기 위해 투영부와 영상 획득부를 이동시킬 필요가 없고 한번의 스캔으로 2차원 영상 및 3차원 측정데이터를 획득할 수 있어 작업이 간편하고 소요 시간을 단축할 수 있도록 이루어진 광학식 마커를 이용한 3차원 측정 데이터 자동 정렬장치에 대한 구성에 대해 제시한다.

도 28은 본 발명의 제 9실시예에 따른 광학식 마커를 이용한 3차원 측정 데이터 자동 정렬장치에 대한 구성을 나타낸 도면으로서, 동도면을 참조하면 알 수 있듯이, 본 발명의 제 9실시예에 따른 3차원 측정 데이터 자동 정렬장치는, N 개의 마커 발생기(142)와, M개의 투영부(146), L개의 영상획득부(148), 영상 입력부(150), 투영 제어부(152), 마커 점멸 제어부(154), 마이크로 프로세서(156), 베퍼(158)로 구성된다.

상기 N개의 마커 발생기(142)는 광학적으로 측정하고자 하는 측정 대상물(10)의 표면에 영상획득부(148)가 인식할 수 있는 무늬를 투영하기 위한 것으로서, 이는 상기 측정 대상물(10)을 지향하는 전면에 걸쳐서 다수의 광학식 마커가 상호 불규칙적인 조사방향을 갖고서 동시에 투영되도록 하는 다수의 마커 출력부(144)가 설치되어 있다.

상기 N개의 마커 발생기(142)는, 도 28에 도시되어 있는 바와 같이, 측정 대상물(10)을 중심으로 일정 간격으로 측정 대상물(10)을 지향하되, 각 마커 발생기(142)로부터 투영되는 광학식 마커의 영역이 측정 대상물(10)의 측정 대상 전체 영역을 포괄할 수 있도록 배치된다.

상기 M개의 투영부(146)는 측정 대상물(10)의 표면에 대해서 3차원 데이터가 획득될 수 있도록 소정의 무늬 또는 레이저 줄무늬을 투영한다. 이는 LCD 프로젝터와 같은 투영장치를 이용하여 공간 부호화된 광을 측정 대상물(10)의 표면에 투영하거나 레이저 광을 측정 대상물(10)의 표면에 투영하여 영상획득부(148)를 통해서 3차원 데이터로서 획득할 수 있도록 하고 있다.

상기 M개의 투영부(146)는, 도 28에 도시되어 있는 바와 같이, 측정 대상물(10)을 중심으로 일정 간격으로 측정 대상물(10)을 지향하되, 각 투영부(146)로부터 투영되는 공간 부호화된 광의 영역이 측정 대상물(10)의 측정하고자 하는 모든 영역을 포괄할 수 있도록 배치된다.

상기 L개의 영상 획득부(148)는 CCD 카메라 또는 CMOS카메라 등과 같이 영상을 받아들일 수 있는 영상 센서로 이루어지고서, 마커 발생기(142)로부터 측정 대상물(10)의 표면에 광학적인 방법으로 마커를 투영하면, 그에 따른 영상을 각각 촬영하여 획득하게 된다.

상기 L개의 영상 획득부(148) 각각은 상기 각 투영부(146)에 대해 별도의 카메라로서 설치되어 있는 것이 아니라, 개개의 투영부(146)와 일체화되어 내장되어 있도록 하는 것이 바람직하다.

그리고, 상기 L개의 영상 획득부(148)는, 도 28에 도시되어 있는 바와 같이, 측정 대상물(10)을 중심으로 일정 간격으로 측정 대상물(10)을 지향하되, 각 영상 획득부(148)의 촬영 영역이 측정 대상물(10)의 측정하고자 하는 전체 영역을 포괄할 수 있도록 배치된다.

상기 영상 입력부(150)는 L개의 영상 획득부(148)로부터 각각 획득된 영상데이터를 입력받기 위한 것이고, 상기 투영 제어부(152)는 M개의 투영부(146)를 구성하는 패턴필름의 이송속도와 이송방향을 제어함과 더불어, 패턴필름을 투영하는 광원의 점멸주기를 제어하게 된다.

상기 마커점멸 제어부(154)는 마이크로 프로세서(156)의 제어에 따라 N개의 마커 발생기(142) 각각의 광학식 마커를 주기적으로 점멸시키게 된다.

상기 마이크로 프로세서(156)는 M개의 투영부(146) 및 L개의 영상획득부(148)에 의해 각각 획득된 2차원 영상과 3차원 측정데이터로부터 각 영역별 마커의 3차원 위치를 추출하고 이 추출된 마커의 3차원 위치로부터 상호 겹치는 영역별로 짹이 되는 마커를 검색하여 짹이 되는 마커에 의해 위치 변환 행렬을 구하며 이 구해진 위치 변환 행렬에 의해 각 3차원 측정 데이터의 위치를 변환하여 정렬하는 연산처리를 수행한다.

상기 베퍼(158)는 마이크로 프로세서(156)의 연산 처리에 필요한 데이터 및 결과 데이터 등을 저장한다.

이제 상기와 같이 구성된 본 발명의 제 9실시예에 따른 3차원 측정 데이터 자동 정렬장치의 동작과정에 대하여 첨부된 도 29의 플로우차트를 참조하여 상세히 설명하기로 한다.

먼저, 적당한 측정 위치에 측정 대상물(10)을 배치하고, 이 측정 대상물(10)을 중심으로 N개의 마커 발생기(142)와 M개의 투영부(146) 및 L개의 영상 획득부(148)를 각각 배치한 상태에서, 마이크로 프로세서(156)는 마커 점멸 제어

부(154)를 제어하여 N개의 마커 발생기(142)에 구비된 각각의 마커 출력부(144)를 점등시켜서 측정 대상물(10)의 표면에 다수의 마커가 불규칙적으로 투영되도록 한다(단계 S110).

상기 마커 발생기(142)로부터의 광학식 마커가 측정 대상물(10)에 투영되어 있는 상태에서, L개의 영상 획득부(148) 각각에서 측정 대상물(10)의 측정 대상 영역을 촬영하여 광학식 마커가 포함된 2차원 영상을 획득하게 되면, 마이크로 프로세서(156)는 영상 입력부(150)를 통해 L개의 영상 획득부(148)로부터 획득된 L개의 2차원 영상데이터를 입력받게 된다(단계 S111).

그 다음에, 마이크로 프로세서(156)는 마커점멸 제어부(154)를 제어하여 N개의 마커 발생기(142)가 소등되어 광학식 마커가 측정 대상물(10)에 투영되지 못하도록 하고(단계 S112), 그 상태에서 L개의 영상 획득부(148) 각각으로부터 측정 대상물(10)의 동일한 영역을 촬영하여 광학식 마커가 포함되어 있지 않은 L개의 2차원 영상을 획득하면, 이 L개의 2차원 영상데이터를 영상 입력부(150)를 통해 입력받게 된다(단계 S113).

또한, 마이크로 프로세서(156)는 N개의 마커 발생기(142)가 소등되어 광학식 마커가 투영되지 않은 상태에서, 투영 제어부(152)를 제어하여 M개의 투영부(146)를 동작시키게 되고, 그 M개의 투영부(146)로부터 각각의 3차원 측정을 위한 소정의 무늬패턴(예컨대 각각 간격이 다른 복수 구간의 줄무늬 패턴 또는 다중 줄무늬 패턴)이 상기 측정 대상물(10)의 표면에 투영된다.

이 때, L개의 영상 획득부(148)에서 무늬패턴이 투영된 측정 대상물(10)을 촬영하여 L개의 3차원 측정데이터를 획득하면, 마이크로 프로세서(156)는 영상 입력부(150)를 통해서 L개의 3차원 측정데이터를 입력받게 된다(단계 S114).

그 상태에서, 마이크로 프로세서(156)는 광학식 마커가 포함된 2차원 영상데이터와 마커가 포함되어 있지 않은 2차원 영상데이터를 영상처리하여 마커의 2차원 위치를 추출하게 된다(단계 S115).

그 다음에, 마이크로 프로세서(106)는 2차원 영상데이터에서 추출된 마커를 이용하여 L개의 영상 획득부(148) 각각의 카메라 렌즈중심으로부터 2차원 영상데이터에서의 임의의 3개 마커에 대한 좌표값과 일직선에 위치하는 3차원 측정데이터 상의 임의의 3차원 좌표값을 추정함에 의해서 L개의 각 3차원 측정데이터별 마커들의 3차원 위치를 찾게 된다(단계 S116).

다음, 마이크로 프로세서(156)는 상기 단계 S116에서 찾은 L개의 각 3차원 측정데이터별 마커들의 3차원 위치를 비교하여 상호 짹이 되는 마커를 검색하게 된다(단계 S117).

상기한 바와 같은 마커의 검색처리에 의해 상호 짹이 되는 마커를 찾게 되면, 마이크로 프로세서(156)는 각각의 3차원 측정데이터에서 짹이 되는 마커의 위치로부터 이동을 위한 위치 변환 행렬을 구하게 되고(단계 S118), L개의 3차원 측정데이터 중 어느 하나의 위치를 기준 좌표계로 하여 상기 구해진 위치 변환 행렬에 의해 현재의 측정데이터를 이동시켜 정렬하게 된다(단계 S119).

다음으로는, 본 발명의 제 10실시예에 대해 첨부된 도면을 참조하여 설명하기로 한다.

여기 본 발명의 제 10실시예는, 상기한 제 9실시예와 하드웨어 구성은 동일하되, 그 동작과정이 다르게 구성되어 있다.

따라서, 본 발명의 제 10실시예는 상기한 도 28에 도시되어 있는 제 9실시예의 하드웨어 구성을 바탕으로 하고, 그 동작과정에 대해서는 도 30의 플로우차트를 참조하여 상세하게 설명하기로 한다.

먼저, 적당한 측정 위치에 미리 치수를 알고 있는 기준 물체를 배치하고, 이 기준 물체를 중심으로 N개의 마커 발생기(142)와 M개의 투영부(146) 및 L개의 영상 획득부(148)를 각각 배치한다. 이때, 기준 물체는 별도로 캘리브레이션을 위해 제작된 것일 수도 있고, 미리 치수를 알고 있는 경우라면 실제 측정 대상물이 될 수도 있다.

이 상태에서, 마이크로 프로세서(156)는 마커점멸 제어부(154)를 제어하여 N개의 마커 발생기(142)에 구비된 각각의 마커 출력부(144)를 점등시켜서 기준 물체의 표면에 다수의 마커가 불규칙적으로 투영되도록 한다(단계 S120).

다음, 마이크로 프로세서(156)는 L개의 영상 획득부(148)들과 기준 물체 간의 상관관계를 구하는 캘리브레이션 작업을 수행하게 되는데(단계 S121), 이에 대한 구체적인 동작과정에 대해 상세히 설명하기로 한다.

상기 단계 S121에 있어서, N개의 마커 발생기(142)로부터의 광학식 마커가 기준 물체에 투영되어 있는 바, L개의 영상 획득부(148) 각각에서 측정 대상물(10)의 측정 대상 영역을 촬영하여 광학식 마커가 포함된 2차원 영상을 획득하게 되면, 마이크로 프로세서(156)는 영상 입력부(150)를 통해 L개의 영상 획득부(148)로부터 획득된 L개의 2차원 영

상데이터를 입력받게 된다.

그 다음에, 마이크로 프로세서(156)는 투영 제어부(152)를 제어하여 M개의 투영부(146)를 동작시키게 되고, 그 M개의 투영부(146)로부터 각각의 3차원 측정을 위한 소정의 무늬패턴(예컨대 각각 간격이 다른 복수 구간의 줄무늬 패턴 또는 다중 줄무늬 패턴)이 상기 기준 물체의 표면에 투영된다.

이 때, L개의 영상 획득부(148)에서 무늬패턴이 투영된 기준 물체를 촬영하여 L개의 3차원 측정데이터를 획득하면, 마이크로 프로세서(156)는 영상 입력부(150)를 통해서 L개의 3차원 측정데이터를 입력받게 된다.

그 상태에서, 마이크로 프로세서(156)는 광학식 마커가 포함된 마커의 2차원 위치와 미리 알고 있는 기준 물체의 치수 정보를 이용하여 L개의 영상 획득부(148) 각각의 카메라 렌즈중심으로부터 2차원 영상데이터에서의 임의의 3개 마커에 대한 좌표값과 일직선에 위치하는 3차원 측정데이터 상의 임의의 3차원 좌표값을 추정함에 의해서 L개의 각 3차원 측정데이터별 마커들의 3차원 위치를 찾게 된다.

다음, 마이크로 프로세서(156)는 상기 L개의 각3차원 측정데이터별 마커들의 3차원 위치를 비교하여 상호 짹이 되는 마커를 검색하고, 각각의 3차원 측정데이터에서 짹이 되는 마커의 위치로부터 이동을 위한 위치 변환 행렬을 구한다.

마이크로 프로세서(156)는 상기 구해진 위치 변환 행렬을 버퍼(158)의 레지스터에 등록하게 되고, 이로서 단계 S121의 캘리브레이션 작업이 완료된다.

상기와 같이 단계 S121의 캘리브레이션 작업이 완료되면, 기준 물체를 제거하고 기준 물체가 있던 자리에 측정 대상물(10)을 배치시키게 되며, 마이크로 프로세서(156)는 마커 점멸 제어부(154)를 제어하여 N개의 마커 발생기(142)가 소동되어 광학식 마커가 측정 대상물(10)에 투영되지 못하도록 한다(단계 S122).

이 상태에서, L개의 영상 획득부(148) 각각에서 측정 대상물(10)의 측정 대상 영역을 촬영하여 광학식 마커가 포함되어 있지 않은 L개의 2차원 영상을 획득하면, 이 L개의 2차원 영상데이터를 영상 입력부(150)를 통해 입력받게 된다(단계 S123).

또한, 마이크로 프로세서(156)는 N개의 마커 발생기(142)가 소동되어 광학식 마커가 투영되지 않은 상태에서, 투영 제어부(152)를 제어하여 M개의 투영부(146)를 동작시키게 되고, 그 M개의 투영부(146)로부터 각각의 3차원 측정을 위한 소정의 무늬패턴(예컨대 각각 간격이 다른 복수 구간의 줄무늬 패턴 또는 다중 줄무늬 패턴)이 상기 측정 대상물(10)의 표면에 투영된다.

이 때, L개의 영상 획득부(148)에서 무늬패턴이 투영된 측정 대상물(10)을 촬영하여 L개의 3차원 측정데이터를 획득하면, 마이크로 프로세서(156)는 영상 입력부(150)를 통해서 L개의 3차원 측정데이터를 입력받게 된다(단계 S124).

다음, 마이크로 프로세서(156)는, 상기 단계(S121)의 캘리브레이션에 의해 구해진 위치 변환 행렬을 버퍼(158)의 레지스터로부터 읽어들이고, L개의 3차원 측정데이터 중 어느 하나의 위치를 기준 좌표계로 하여 상기 버퍼(158)의 레지스터로부터 읽어들인 위치 변환 행렬에 의해 현재의 측정데이터를 이동시켜 정렬하게 된다(단계 S125).

이후에, 다른 측정 대상물에 대해 측정을 수행하거나 동일한 측정 대상물에 대해 재차 측정을 수행할 때는, 상기 단계 S121 ~ 단계 S123 까지의 캘리브레이션 작업이 생략되고, 버퍼(158)의 레지스터에 저장되어 있는 위치 변환 행렬에 의해 3차원 측정 데이터를 정렬하게 되므로, 작업 시간이 단축되게 된다.

단, 필요에 따라서, 매 측정 때마다 상기 단계 S121 ~ 단계 S123 까지의 캘리브레이션 작업을 수행할 수도 있으며, 이는 작업자의 의도나 시스템의 구성에 따라 용이하게 변경 실시할 수 있다.

다음으로는, 본 발명의 제 11실시예에 대해 설명하기로 한다.

본 발명의 제 11실시예는, 상기한 본 발명의 제 1 내지 제 10실시예에서 사용되는 마커 발생기 및 그 주변장치(이하, '마커 발생장치'라 통칭함)의 다른 실시예를 제시한다.

본 발명의 제 11실시예에 따른 마커 발생장치는, 도 31에 도시된 바와 같이, X축의 다수개 광원(160)과, X축의 점멸 제어부(162)와, 힌지축을 중심으로 회전 가능하게 구성된 X축의 다각형 거울부재(164)(Polygon Mirror)와, X축의 회전 구동부(166)와, X축의 회전 메카니즘(168)과, Y축의 다수개 광원(170)과, Y축의 점 멸 제어부(172)와, 힌지축을 중심으로 회전 가능하게 구성된 Y축의 다각형 거울부재(174)와, Y축의 회전 구동부(176)와, Y축의 회전 메카니즘(178)을 포함하여 구성된다.

상기 X축의 다수개의 광원(160)은 레이저 등의 직진성이 우수한 빔(beam)을 발생하여 X축의 다각형 거울부재(164)의 반사면으로 발산하는 것으로, 예컨대, 레이저 포인터 등이 사용될 수 있으며, 상기 X축의 점멸 제어부(162)는 마이크로 프로세서(도시하지 않음)로부터의 제어에 의해 X축의 각 광원(160)을 점멸 제어한다.

상기 X축의 다각형 거울부재(164)는 다수개의 반사면을 구비하고 X축의 회전 메카니즘(168)에 의해 회전 구동하면서 다수개의 광원(160)으로부터 발산되어오는 다수개의 빔을 상기한 다수개의 반사면에 의해 반사시켜 측정 대상물(OB)의 측정 영역 표면에 투영한다.

상기 Y축의 다수개의 광원(170)은 레이저 등의 직진성이 우수한 빔을 발생하여 Y축의 다각형 거울부재(174)의 반사면으로 발산하는 것으로, 예컨대, 레이저 포인터 등이 사용될 수 있으며, 상기 Y축의 점멸 제어부(172)는 마이크로 프로세서(도시하지 않음)로부터의 제어에 의해 Y축의 각 광원(170)을 점멸 제어한다.

상기 Y축의 다각형 거울부재(174)는 다수개의 반사면을 구비하고 Y축의 회전 메카니즘(178)에 의해 회전 구동하면서 다수개의 광원(170)으로부터 발산되어오는 다수개의 빔을 상기한 다수개의 반사면에 의해 반사시켜 측정 대상물(OB)의 측정 영역 표면에 투영한다.

상기 Y축의 회전 구동부(176)는, 마이크로 프로세서의 구동제어에 의해 Y축의 다각형 거울부재(174)를 일방향으로 회전시키기 위한 구동을 수행하며, 상기 Y축의 회전 메카니즘(178)은 Y축 회전 구동부(176)의 구동에 따른 동력을 전달받아 Y축의 다각형 거울부재(174)를 일방향으로 회전시키기 위한 구조를 갖추고 있다.

이제 상기와 같이 구성된 본 발명의 제 11실시예에 따른 마커 발생장치의 동작과정에 대해 상세히 설명하기로 한다.

먼저, 마이크로 프로세서로부터의 제어신호에 의해 X축 회전 구동부(166) 및 X축 회전 구동부(176)로부터 구동전원이 X축 회전 메카니즘(168) 및 Y축 회전 메카니즘(178)으로 인가되고, X축 회전 메카니즘(168) 및 Y축 회전 메카니즘(178)은 각각 X축 회전 구동부(166) 및 Y축 회전 구동부(176)로부터 인가되는 구동전원에 의해 구동되어 X축 및 Y축의 다각형 거울부재(164, 174)를 회전시킨다.

이와 더불어 마이크로 프로세서로부터의 제어신호에 의해 X축 점멸 제어부(162) 및 Y축 점멸 제어부(172)가 각기 X축의 광원(160)과 Y축의 광원(170)을 점등함에 따라, X축 및 Y축의 다수개 광원(160, 170)으로부터 발생된 빔이 각각 X축 다각형 거울부재(164) 및 Y축 다각형 거울부재(174)의 반사면으로 입사된다.

상기 X축 및 Y축의 광원(160, 170)들로부터 각기 X축 다각형 거울부재(164) 및 Y축 다각형 거울부재(174)의 반사면으로 입사되는 빔들은 X축 및 Y축의 다각형 거울부재(164, 174)의 각 반사면으로부터 반사되어 측정 대상물(OB)의 표면에 투영된다.

이때, 상기 X축 및 Y축의 다각형 거울부재(164, 174)는 각기 빠르게 회전하여 반사면의 각도가 달라지게 되는 바, 측정 대상물(OB)의 표면에는 X축 및 Y축으로 각기 다수개의 빔에 의한 라인이 형성되며, X축 및 Y축의 라인이 교차하는 각각의 교점이 개개의 광학식 마커(RM)가 된다.

예를 들어, X축의 광원(160)이 m개이고 Y축의 광원(170)이 n개라고 가정하면, 측정 대상물(OB)의 표면에는  $m * n$  개의 교점이 형성될 수 있고 이들  $m * n$  개의 교점이 각각의 광학식 마커(RM)가 되므로, 보다 적은 수의 광원을 이용해 상대적으로 많은 수의 광학식 마커를 발생시킬 수 있게 된다.

상기 한 바와 같은 본 발명에 따른 실시예는 상술한 것으로 한정되지 않고, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 자명한 범위 내에서 첨부한 특허청구범위에 기재된 기술요지를 벗어나지 않으면서, 여러 가지로 수정 및 변경하여 실시할 수 있도록 되어 있음을 물론이다.

## 발명의 효과

이상과 같이 본 발명에 따르면, 서로 다른 각도 및 위치에서 얻어진 3차원 측정 데이터를 자동으로 정렬하기 위한 것으로서, 종래의 방식이 영상 인식을 위한 무늬가 인쇄된 종이 스티커 또는 자석 등 부피를 갖는 마커를 이용하여 서로 다른 측정 데이터의 상대적인 위치를 알아내도록 되어 있어서, 마커가 있는 부분에서 측정 대상물의 표면이 마커에 의해서 가려져 마커가 있는 부분에서 측정 데이터가 손실되거나 왜곡되는 단점이 있는 반면에, 본 발명에서는 물리

적인 부피를 갖지 않는 광학식 마커를 이용하여 서로 다른 측정 데이터의 상대적인 위치를 찾아낼 수 있도록 되어 있기 때문에, 측정 대상물의 마커가 있는 부분에서도 마커로 인하여 측정데이터가 손실되지 않는다는 효과가 있다.

또한, 본 발명에 따른 광학식 마커는 측정 대상물에 마커를 붙이거나 제거하는 과정이 불필요하기 때문에 3차원 데이터의 측정이 신속하게 이루어질 수 있어서 사용이 편리할 뿐 아니라, 훼손이 우려되는 측정 대상물에도 안전하며, 반영구적으로 사용할 수 있는 효과가 있다.

#### (57) 청구의 범위

##### 청구항 1.

소정의 측정 대상물로부터 여러 각도에서 촬영되어 획득된 3차원 측정 데이터를 정렬하는 3차원데이터 측정장치에 있어서,

다수의 광학적인 마커를 상기 측정 대상물의 표면에 투영하는 광학식 마커 발생수단과;

상기 측정 대상물에 대한 3차원 측정을 위해 측정 대상물의 표면에 무늬패턴을 투영하는 3차원 투영수단;

상기 측정 대상물로부터 광학식 마커 발생수단에 의해 투영된 마커를 포함하는 2차원 영상을 획득함과 더불어, 상기 3차원 투영수단에 의해 투영되는 측정 대상물의 3차원 측정데이터를 획득하는 영상획득 수단 및;

상기 영상획득 수단에 의하여 획득된 상기 2차원 영상과 상기 3차원 측정데이터와의 관계로부터 마커의 3차원 위치를 추출하고, 상기 마커의 3차원 위치로부터 상기 3차원 측정 데이터의 상대적인 위치를 찾는 연산을 수행하는 제어 수단으로 구성된 것을 특징으로 하는 광학식 마커를 이용한 3차원 측정 데이터 자동 정렬장치.

##### 청구항 2.

제 1 항에 있어서, 상기 3차원 투영수단과 영상획득 수단은 상호 고정적으로 일체화되도록 구성된 것을 특징으로 하는 광학식 마커를 이용한 3차원 측정 데이터 자동 정렬장치.

##### 청구항 3.

제 2 항에 있어서, 상기 제어수단의 제어에 의해 구동되는 이동 구동부와, 상기 이동 구동부의 구동에 따른 동력을 전달받아 상기 3차원 투영수단 및 영상획득 수단을 상기 측정 대상물에 대해서 상대적으로 이동시키기 위한 동작을 수행하는 이동 메카니즘을 더 포함하여 구성된 것을 특징으로 하는 광학식 마커를 이용한 3차원 측정 데이터 자동 정렬장치.

##### 청구항 4.

제 1 항에 있어서, 상기 제어수단의 제어에 따라 상기 마커 발생수단에 의해 발생하는 마커를 주기적으로 점멸 제어하는 마커점멸 제어수단을 더 포함하여 구성되고;

상기 제어수단은 상기 마커점멸 제어수단에 의해 광학식 마커가 점등되도록 하여 상기 영상획득 수단에서 측정 대상물의 특정 영역으로부터 마커가 포함된 2차원 영상을 1차적으로 획득하도록 하고, 광학식 마커가 소등되도록 하여 측정 대상물의 동일 영역으로부터 마커가 포함되지 않은 2차원 영상을 2차적으로 획득하도록 제어하는 것을 특징으로 하는 광학식 마커를 이용한 3차원 측정 데이터 자동 정렬장치.

##### 청구항 5.

제 4 항에 있어서, 상기 마커의 3차원 위치는, 상기 측정 대상물의 동일 영역에 대해 획득된 광학식 마커가 포함된 2차원 영상과 마커가 포함되지 않은 2차원 영상의 차이를 상기 제어수단이 비교함에 의해 찾아냄을 특징으로 하는 광학식 마커를 이용한 3차원 측정 데이터 자동 정렬장치.

##### 청구항 6.

제 1 항에 있어서, 상기 제어수단의 제어에 따라 상기 마커 발생수단의 다수의 광학식 마커를 미리 결정된 순서에 따라 각각 개별적이고 순차적으로 점등되도록 제어하는 마커 개별점멸 제어수단을 더 포함하여 구성되고;

상기 제어수단은 모든 마커의 소등상태에서 촬영된 영상데이터를 기본영상 데이터로 설정하고, 상기 영상 획득수단으로부터 광학식 마커의 개수에 대응하는 수로 촬영된 영상데이터를 기본영상과 비교하여 마커의 2차원 위치를 추출하도록 이루어진 것을 특징으로 하는 광학식 마커를 이용한 3차원 측정 데이터 자동 정렬장치.

## **청구항 7.**

제 1 항에 있어서, 상기 제어수단의 제어에 따라 상기 마커 발생수단의 다수의 광학식 마커에 대한 개별적인 점멸을 제어하는 마커 개별점멸 제어수단을 더 포함하여 구성되고;

상기 제어수단은 상기 영상 획득수단을 통해 영상데이터를 촬영한 다음 영역을 촬영하기 위해 상기 마커 발생수단을 점등 제어할 때 이전에 촬영한 영역을 지시하는 광학식 마커와 다음 영역을 지시하는 광학식 마커를 구분하여 점멸하도록 상기 마커 개별점멸 제어수단을 제어하는 것을 특징으로 하는 광학식 마커를 이용한 3차원 측정 데이터 자동 정렬장치.

## **청구항 8.**

제 1 항에 있어서, 상기 마커 발생수단은, 색상을 선택적으로 전환하여 발광할 수 있는 복수의 다중색상발광소자에 의해 광학식 마커를 발생하도록 구성되고 상기 다중색상발광소자의 개별적인 발광 색상 및 점멸을 제어하는 마커 개별점멸 및 색상 제어수단을 더 포함하며,

상기 제어수단은 상기 영상 획득수단을 통해 영상데이터를 촬영한 다음 다른 영역을 촬영하기 위해 상기 마커 발생수단을 점등 제어할 때 이미 촬영한 영역을 지시하는 광학식 마커와 아직 촬영하지 않은 영역을 지시하는 광학식 마커의 색상을 각기 다르게 발생하도록 상기 마커 개별 점멸 및 색상 제어수단을 제어하는 것을 특징으로 하는 광학식 마커를 이용한 3차원 측정 데이터 자동 정렬장치.

## **청구항 9.**

제 1 항에 있어서, 상기 제어수단의 제어에 따라 마커 발생수단의 다수의 광학식 마커를 이진화하기 위해 미리 결정된 순서에 따라 중복 분할하여 그룹별로 설정하고, 각 그룹에 포함된 복수의 마커를 순차적으로 점등 제어하는 마커 개별점멸 제어수단을 더 포함하여 구성되고;

상기 제어수단은 상기 영상 획득수단으로부터 마커의 그룹수에 대응하는 개수로 획득된 복수의 영상데이터에 포함된 그룹별 마커에 의한 이진화 정보를 검색하여 각 마커의 고유한 아이디로서 2차원 위치를 추출하도록 이루어진 것을 특징으로 하는 광학식 마커를 이용한 3차원 측정 데이터 자동 정렬장치.

## **청구항 10.**

제 1 항에 있어서, 상기 제어수단의 제어하에 3차원 투영수단의 무늬패턴 투 영상태를 제어하는 투영제어부를 더 포함하여 구성되고;

상기 제어수단은 투영제어부에 의해 3차원 투영수단에서 무늬패턴을 투영하는 때에 상기 마커 발생수단의 광학식 마커가 발생되지 않도록 제어하는 것을 특징으로 하는 광학식 마커를 이용한 3차원 측정 데이터 자동 정렬장치.

## **청구항 11.**

제 1 항에 있어서, 상기 마커 발생수단은, 측정하고자 하는 측정 대상물과 상대적인 운동을 하지 않도록 상호 고정된 상태로 배치된 것을 특징으로 하는 광학식 마커를 이용한 3차원 측정 데이터 자동 정렬장치.

## **청구항 12.**

제 11 항에 있어서, 상기 마커 발생수단은, 측정 대상물이 놓이는 회전 테이블에 복수개가 고정 배치된 것을 특징으로 하는 광학식 마커를 이용한 측정 데이터 자동 정렬장치.

## **청구항 13.**

제 1 항에 있어서, 상기 마커 발생수단은, 다수의 레이저 마커가 측정 대상물의 표면에 대해 불규칙적으로 투영되도록 이루어진 것을 특징으로 하는 광학식 마커를 이용한 3차원 측정 데이터 자동 정렬장치.

## **청구항 14.**

제 1 항에 있어서, 상기 영상획득 수단은 상기 측정 대상물의 공통적인 측정 영역에 대해 2차원 영상 및 3차원 측정데이터를 획득하고,

상기 제어수단은 2차원 영상과 3차원 측정데이터 내에 포함된 적어도 2개 이상의 특징점에 의해 마커의 3차원 위치를 판별하도록 이루어진 것을 특징으로 하는 광학식 마커를 이용한 3차원 측정 데이터 자동 정렬장치.

## **청구항 15.**

제 14 항에 있어서, 상기 영상 획득 수단은 측정 대상물의 표면이 영역별로 상호 겹치도록 다수의 2차원 영상 및 3차원 측정데이터를 획득하고,

상기 제어수단은 마커의 3차원 위치로부터 상호 겹치는 영역별로 짹이 되는 마커를 검색하고, 짹이 되는 마커에 의해 이동을 위한 행렬을 구하여 각 측정데이터를 기준좌표계로 이동시키도록 이루어진 것을 특징으로 하는 광학식 마커를 이용한 3차원 측정 데이터 자동 정렬장치.

#### 청구항 16.

제 1 항에 있어서, 상기 영상획득수단과 상기 3차원 투영수단 및 상기 마커 발생수단이 각각 측정 대상물을 중심으로 복수개가 배열되고,

상기 제어수단은 상기 복수의 영상획득 수단에 의하여 각기 획득된 2차원 영상과 3차원 측정데이터로부터 각 영역별 마커의 3차원 위치를 추출하고 이 추출된 마커의 3차원 위치로부터 상호 겹치는 영역별로 짹이 되는 마커를 검색하여 짹이 되는 마커에 의해 위치 변환 행렬을 구하며 이 구해진 위치 변환 행렬에 의해 각 3차원 측정 데이터의 위치를 변환하여 정렬하도록 구성된 것을 특징으로 하는 광학식 마커를 이용한 3차원 측정 데이터 자동 정렬장치.

#### 청구항 17.

제 16 항에 있어서, 상기 제어수단은, 상기 구해진 위치 변환 행렬을 기억하고 다음번 측정시에는 상기 기억된 위치 변환 행렬에 의해 각 3차원 측정 데이터의 위치를 변환하여 정렬하는 것을 특징으로 하는 광학식 마커를 이용한 3차원 측정 데이터 자동 정렬장치.

#### 청구항 18.

제 1 항에 있어서, 상기 영상획득수단은 상기 측정 대상물 표면 중 측정대상 전체 영역에 대해 구간 거리를 미리 알고 있는 복수 지점으로부터 복수의 2차원 영상을 획득함과 더불어 상기 측정 대상물 표면 중 측정대상 전체 영역을 세분한 다수의 측정영역에 대해 영역별 경계부위가 상호 중첩되도록 다수의 2차원 영상 및 3차원 측정데이터를 획득하도록 구성되며,

상기 제어수단은 상기 영상획득수단을 통해 획득되는 측정대상 전체 영역에 대한 복수의 2차원 영상정보와 미리 알고 있는 그 측정지점 간의 거리정보를 연산하여 각 마커의 3차원 위치를 산출하며 이 산출된 각 마커의 3차원 위치를 절대 좌표계로 설정한 다음 각 세분화된 측정영역의 2차원 영상과 3차원 측정데이터로부터 각 영역별 마커의 3차원 위치를 추출하고 이 추출된 마커의 3차원 위치로부터 상호 겹치는 영역별로 짹이 되는 마커를 검색하여 짹이 되는 마커에 의해 위치 변환 행렬을 구하며 이 구해진 위치 변환 행렬에 의해 각 3차원 측정 데이터의 위치를 이동하여 상기 절대 좌표계에 정렬하도록 구성된 것을 특징으로 하는 광학식 마커를 이용한 3차원 측정 데이터 자동 정렬장치.

#### 청구항 19.

제 18 항에 있어서, 상기 영상획득수단은, 세분화된 측정 영역의 영상을 획득하는 측정장치와는 별개로 측정대상 전체 영역의 영상을 획득하는 복수의 대영역 측정장치를 구비하되 이 복수의 대영역 측정장치는 일정 간격만큼 서로 이격되고 그 간격이 고정됨을 특징으로 하는 광학식 마커를 이용한 3차원 측정 데이터 자동 정렬장치.

#### 청구항 20.

제 1 항 내지 제 19 항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 광학식 마커 발생 수단은,

X축 방향으로 다수개 배열된 직사광을 발생하는 광원과,

Y축 방향으로 다수개 배열된 직사광을 발생하는 광원과,

상기 X축 광원으로부터 발생한 직사광을 반사하여 상기 측정대상물의 표면에 투영하는 X축의 다각형 거울부재와,

상기 Y축 광원으로부터 발생한 직사광을 반사하여 상기 측정대상물의 표면에 투영하는 Y축의 다각형 거울부재와,

상기 X축 및 Y축의 다각형 거울부재를 각각 회전시키는 회전 메커니즘과,

상기 X축 및 Y축의 광원들에 대한 점멸을 제어하는 광원 점멸 제어부를 포함하여 구성된 것을 특징으로 하는 광학식 마커를 이용한 3차원 측정 데이터 자동 정렬장치.

#### 청구항 21.

영상획득 수단을 측정 대상물의 특정 영역의 영상을 획득하기 적합한 위치로 이동시키는 단계;

마커 발생수단을 점멸 구동하여 광학식 마커가 측정 대상물의 표면에 투영되도록 하고, 영상 획득 수단에서 광학식 마커가 투영된 측정 대상물의 특정 영역에 대한 2차원 영상을 획득하는 단계;

3차원 투영수단에서 상기 측정 대상물의 표면에 무늬패턴이 투영되도록 하고, 상기 영상획득 수단에서 무늬패턴이 투영된 측정 대상물의 특정 영역에 대한 3차원 측정데이터를 획득하는 단계 및;

상기 영상획득 수단에 의하여 획득된 2차원 영상과 3차원 측정데이터와의 관계로부터 마커의 3차원 위치를 추출하고, 각 3차원 측정데이터에 의한 마커의 위치로부터 3차원 측정 데이터의 상대적인 위치를 찾아서 각 측정데이터를 정렬시키는 단계로 이루어진 것을 특징으로 하는 광학식 마커를 이용한 3차원 측정 데이터 자동 정렬방법.

#### 청구항 22.

제 21 항에 있어서, 상기 영상획득 수단에서 측정 대상물의 특정 영역에 대한 2차원 영상을 획득하는 단계는,

상기 마커 발생수단에서 광학식 마커가 점등되도록 하여 상기 영상획득 수단에서 측정 대상물의 특정 영역으로부터 마커가 포함된 2차원 영상을 1차적으로 획득하는 단계와,

광학식 마커가 소등되도록 하여 측정 대상물의 동일 영역으로부터 마커가 포함되지 않은 2차원 영상을 2차적으로 획득하는 단계를 포함하여 이루어진 것을 특징으로 하는 광학식 마커를 이용한 3차원 측정 데이터 자동 정렬방법.

#### 청구항 23.

제 22 항에 있어서, 상기 2차원 영상은, 상기 측정 대상물의 동일 영역에 대해 1차적으로 획득된 마커가 포함된 2차원 영상과 2차적으로 획득된 마커가 포함되지 않은 2차원 영상을 영상처리하여 추출하는 것임을 특징으로 하는 광학식 마커를 이용한 3차원 측정 데이터 자동 정렬방법.

#### 청구항 24.

제 21 항에 있어서, 상기 영상획득 수단에서 측정 대상물의 특정 영역에 대한 2차원 영상을 획득하는 단계는,

광학식 마커가 모두 소등된 상태에서 측정 대상물의 특정 영역을 촬영하여 기본영상을 획득하는 단계와,

상기 마커 발생수단에서 다수의 광학식 마커를 미리 결정된 순서에 따라 개별적이고 순차적으로 투영되도록 하고, 개별적이고 순차적인 마커의 투영상태마다 영상 획득수단에서 개별적으로 영상을 촬영하는 단계 및,

상기 광학식 마커의 수에 대응하는 개수로 촬영된 각 영상데이터를 상기 기본영상 데이터와 비교하여 마커의 2차원 위치를 추출하는 단계를 포함하여 이루어진 것을 특징으로 하는 광학식 마커를 이용한 3차원 측정 데이터 자동 정렬방법.

#### 청구항 25.

제 21 항에 있어서, 상기 영상획득 수단에서 측정 대상물의 특정 영역에 대한 2차원 영상을 획득하는 단계는,

상기 마커 발생수단의 다수의 광학식 마커를 이진화를 위해 미리 결정된 그룹별로 중복 분할하고, 광학식 마커를 각 그룹별로 순차적으로 점등시키는 단계와,

상기 광학식 마커의 그룹수에 대응하는 개수로 획득된 복수의 영상데이터에 포함된 그룹별 마커에 의한 이진화 정보를 검색하여 각 마커의 고유한 아이디로서 2차원 위치를 추출하는 단계를 포함하여 이루어진 것을 특징으로 하는 광학식 마커를 이용한 3차원 측정 데이터 자동 정렬방법.

#### 청구항 26.

제 21 항에 있어서, 상기 영상획득 수단에서 무늬패턴이 투영된 측정 대상물의 특정 영역에 대한 3차원 측정데이터를 획득하는 단계는,

상기 3차원 투영수단에서 무늬패턴을 투영하는때에 상기 마커 발생수단에서 광학식 마커가 발생되지 않도록 한 것을 특징으로 하는 광학식 마커를 이용한 3차원 측정 데이터 자동 정렬방법.

#### 청구항 27.

제 21 항에 있어서, 상기 영상획득 수단에 의하여 획득된 2차원 영상과 3차원 측정데이터와의 관계로부터 마커의 3차원 위치를 추출하는 단계는,

상기 영상획득 수단의 카메라 렌즈중심으로부터 2차원 영상데이터에서 임의의 3개 마커에 대한 좌표값과 일직선에 위치하는 3차원 측정데이터 상의 임의의 3차원 좌표값을 추정함에 의해서 해당 마커의 3차원 위치를 찾도록 이루어진 것을 특징으로 하는 광학식 마커를 이용한 3차원 측정 데이터 자동 정렬방법.

### **청구항 28.**

제 21 항에 있어서, 상기 각 3차원 측정데이터에 의한 마커의 위치로부터 3 차원 측정 데이터의 상대적인 위치를 찾아서 각 측정데이터를 정렬시키는 단계는,

마커의 3차원 위치로부터 상호 겹치도록 획득된 인접하는 3차원 측정데이터의 영역별로 짹이 되는 마커를 검색하는 단계와,

짜이 되는 마커에 의해 각 3차원 측정데이터의 정렬을 위한 위치 변환 행렬을 구하는 단계와,

각 3차원 측정데이터 중 하나의 측정데이터를 기준좌표계로 하여 상기 구해진 위치 변환 행렬에 의해 각 측정데이터를 이동시켜 정렬하는 단계를 포함하여 이루어진 것을 특징으로 하는 광학식 마커를 이용한 3차원 측정 데이터 자동 정렬 방법.

### **청구항 29.**

제 28 항에 있어서, 상기 3차원 측정데이터의 영역별로 짹이 되는 마커를 검색하는 단계는,

마커의 공간상의 상대적인 3차원 위치 정보와 함께 마커 또는 마커 주위에서 평균 수직 벡터 정보를 이용하여 서로 일치되는 짹을 찾음으로써 인접한 측정 데이터를 찾도록 이루어진 것을 특징으로 하는 광학식 마커를 이용한 3차원 측정 데이터 자동 정렬 방법.

### **청구항 30.**

제 28 항에 있어서, 상기 3차원 측정데이터의 영역별로 짹이 되는 마커를 검색하는 단계는,

마커의 공간상의 상대적인 3차원 위치 정보와 함께, 3차원 데이터 중에서 마커 주위에 있는 추가적인 기준점을 선택하여 마커의 짹을 찾도록 이루어진 것을 특징으로 하는 광학식 마커를 이용한 3차원 측정 데이터 자동 정렬 방법.

### **청구항 31.**

제 28 항에 있어서, 상기 3차원 측정데이터의 영역별로 짹이 되는 마커를 검색하는 단계는,

각각의 3차원 측정 데이터로부터의 마커 간의 상대적인 위치 정보를 이용하여 마커에 의해 형성되는 공간상의 3개의 점에 의해 삼각형을 형성하고, 삼각형의 변의 길이를 구하고, 각 변들을 내림차순으로 정렬하여 각 변의 길이 및 순서를 비교함으로써 마커의 짹을 찾을 수 있도록 이루어진 것을 특징으로 하는 광학식 마커를 이용한 3차원 측정 데이터 자동 정렬 방법.

### **청구항 32.**

제 28 항에 있어서, 상기 하나의 3차원 측정데이터를 기준 좌표계로 하여 각 측정데이터를 이동시켜 정렬하는 단계는 ,

각 측정 데이터의 마커에 의해 형성되는 3개의 점에 의한 삼각형의 꼭지점 및 변의 정보를 기초로 기준좌표계의 삼각형을 기준으로 하여 꼭지점 위치를 일치시키는 변환을 수행하는 단계와,

일치된 꼭지점 위치를 공유하는 각각의 변을 일치시키는 회전변환을 수행하는 단계 및,

일치하는 변을 회전축으로 하여 일치하는 변에 포함되지 않은 꼭지점을 기준좌표계의 꼭지점으로 회전시켜 각 삼각형을 일치시키는 단계를 포함하여 이루어진 것을 특징으로 하는 광학식 마커를 이용한 3차원 측정 데이터 자동 정렬 방법.

### **청구항 33.**

제 21 항에 있어서, 상기 측정 대상을 표면 중 측정대상 전체 영역에 대해 구간 거리를 미리 알고 있는 복수 지점으로부터 복수의 2차원 영상을 획득하는 단계와, 상기 측정대상 전체 영역에 대한 복수의 2차원 영상정보와 미리 알고 있는 그 측정지점 간의 거리정보를 연산하여 각 마커의 3차원 위치를 산출하는 단계와, 상기 산출된 각 마커의 3차원 위치를 절대 좌표계로 설정하는 단계를 더 포함하여 이루어지고,

상기 각 3차원 측정데이터에 의한 마커의 위치로부터 3차원 측정 데이터의 상대적인 위치를 찾아서 각 측정데이터를 정렬시키는 단계는, 마커의 3차원 위치로부터 상호 겹치도록 획득된 인접하는 3차원 측정데이터의 영역별로 짹이 되는 마커를 검색하는 단계와, 짹이 되는 마커에 의해 각 3차원 측정데이터의 정렬을 위한 위치 변환 행렬을 구하는 단계와, 상기 구해진 위치 변환 행렬에 의해 각 측정데이터를 이동시켜 상기 절대 좌표계에 정렬하는 단계를 포함하여

이루어진 것을 특징으로 하는 광학식 마커를 이용한 3차원 측정 데이터 자동 정렬 방법.

#### 청구항 34.

제 21 항에 있어서, 상기 영상 획득수단을 통해 영상데이터를 촬영한 다음 다른 영역을 촬영하기 위해 상기 마커 발생 수단을 점등 제어할 때 이전에 촬영한 영역을 지시하는 광학식 마커를 주기적으로 반복 점멸하도록 제어하는 것을 특징으로 하는 광학식 마커를 이용한 3차원 측정 데이터 자동 정렬방법.

#### 청구항 35.

제 22 항에 있어서, 상기 영상 획득수단을 통해 영상데이터를 촬영한 다음 다른 영역을 촬영하기 위해 상기 마커 발생 수단을 점등 제어할 때 이미 촬영한 영역을 지시하는 광학식 마커와 아직 촬영하지 않은 영역을 지시하는 광학식 마커의 색상을 각기 다르게 발생하도록 제어하는 것을 특징으로 하는 광학식 마커를 이용한 3차원 측정 데이터 자동 정렬방법.

#### 청구항 36.

영상획득수단과 3차원 투영수단 및 마커 발생수단을 측정 대상물을 중심으로 각각 복수개 배열하는 단계와,

상기 복수의 마커 발생수단을 점멸 구동하여 광학식 마커가 측정 대상물의 표면에 투영되도록 하고, 상기 복수의 영상 획득 수단에서 광학식 마커가 투영된 측정 대상물의 특정 영역에 대한 2차원 영상을 각각 획득하는 단계와,

상기 복수의 3차원 투영수단에서 상기 측정 대상물의 표면에 무늬패턴이 투영되도록 하고, 상기 복수의 영상획득 수단에서 무늬패턴이 투영된 측정 대상물의 특정 영역에 대한 3차원 측정데이터를 각각 획득하는 단계 및;

상기 복수의 영상획득 수단에 의하여 획득된 각 2차원 영상과 3차원 측정데이터와의 관계로부터 각 마커의 3차원 위치를 추출하고, 각 3차원 측정데이터에 의한 마커의 위치로부터 각 3차원 측정 데이터의 상대적인 위치를 찾아서 각 측정데이터를 정렬하는 단계로 이루어진 것을 특징으로 하는 광학식 마커를 이용한 3차원 측정 데이터 자동 정렬방법.

#### 청구항 37.

영상획득수단과 3차원 투영수단 및 마커 발생수단을 측정 대상물을 중심으로 각각 복수개 배열하는 단계와,

상기 복수의 마커 발생수단을 점멸 제어하여 복수의 광학식 마커를 상기 기준물체에 투영함과 더불어 상기 복수의 영상획득수단과 3차원 투영수단을 제어하여 상기 기준물체에 대한 2차원 영상과 3차원 측정데이터를 각각 획득하고 이 획득된 각 2차원 영상과 3차원 측정데이터로부터 각 영역별 마커의 3차원 위치를 추출하며 이 추출된 마커의 3차원 위치로부터 상호 겹치는 영역별로 짹이 되는 마커를 검색하여 짹이 되는 마커에 의해 위치 변환 행렬을 구하는 캘리브레이션 단계와,

상기 복수의 영상 획득 수단에서 측정 대상물의 특정 영역에 대한 2차원 영상을 각각 획득함과 더불어, 상기 복수의 3차원 투영수단에서 상기 측정 대상물의 표면에 무늬패턴이 투영되도록 하고 상기 복수의 영상획득 수단에서 무늬패턴이 투영된 측정 대상물의 특정 영역에 대한 3차원 측정데이터를 각각 획득하는 단계 및,

상기 3차원 측정데이터를 상기 캘리브레이션 단계에서 구해진 위치 변환 행렬에 의해 정렬하는 단계를 포함하여 이루어진 것을 특징으로 하는 광학식 마커를 이용한 3차원 측정 데이터 자동 정렬방법.

#### 청구항 38.

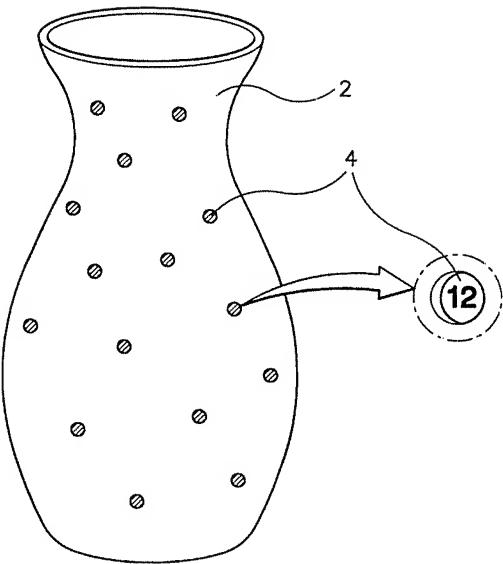
제 37 항에 있어서, 상기 캘리브레이션 단계는, 측정 대상물에 대한 2차원 영상 및 3차원 데이터를 획득하기 이전에 매번 수행하도록 이루어진 것을 특징으로 하는 광학식 마커를 이용한 3차원 측정 데이터 자동 정렬방법.

#### 청구항 39.

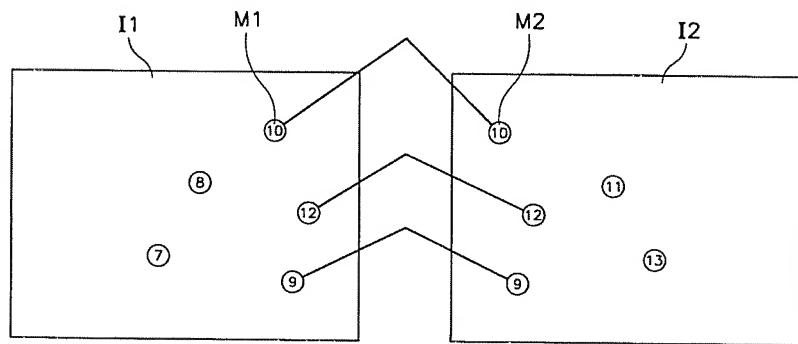
제 37 항에 있어서, 상기 캘리브레이션 단계는, 최초 1회만 실시하고 다음 번 측정 대상물에 대한 3차원 측정 데이터를 정렬할 때도 최초 실시된 캘리브레이션 단계에서 구해진 위치 변환 행렬을 이용하도록 이루어진 것을 특징으로 하는 광학식 마커를 이용한 3차원 측정 데이터 자동 정렬방법.

도면

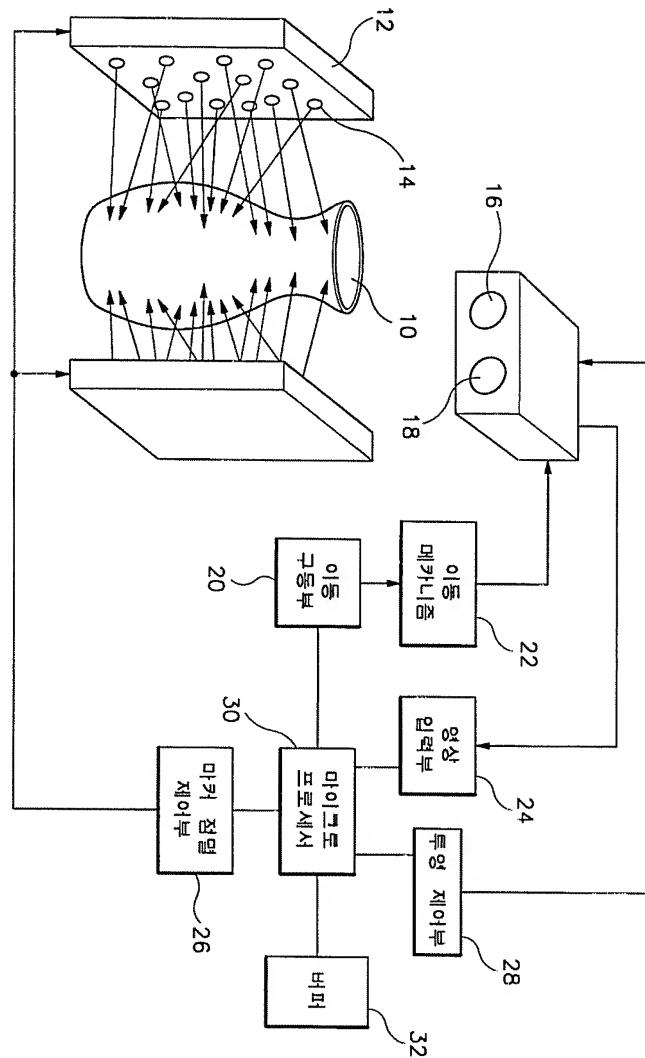
도면 1



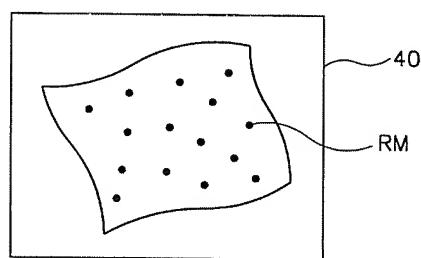
도면2



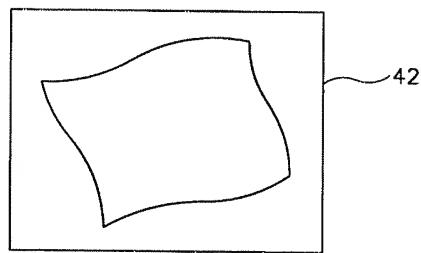
도면3



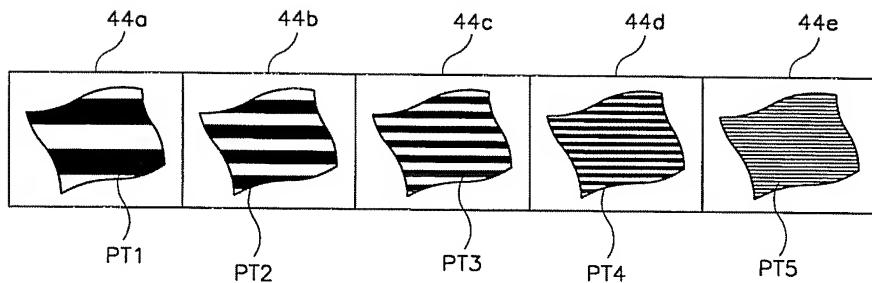
도면4a



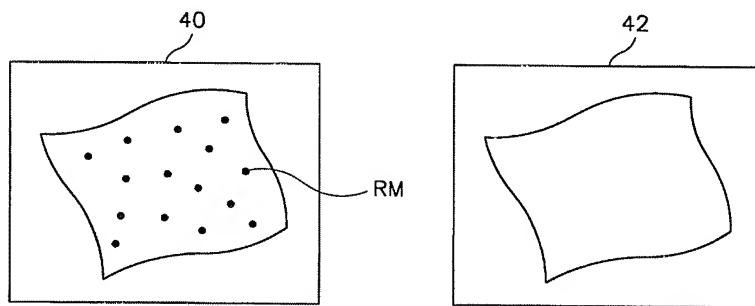
도면4b



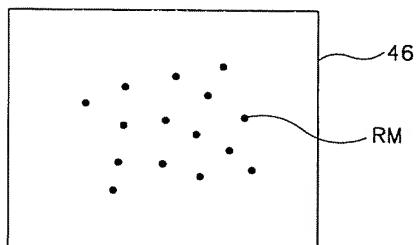
도면4c



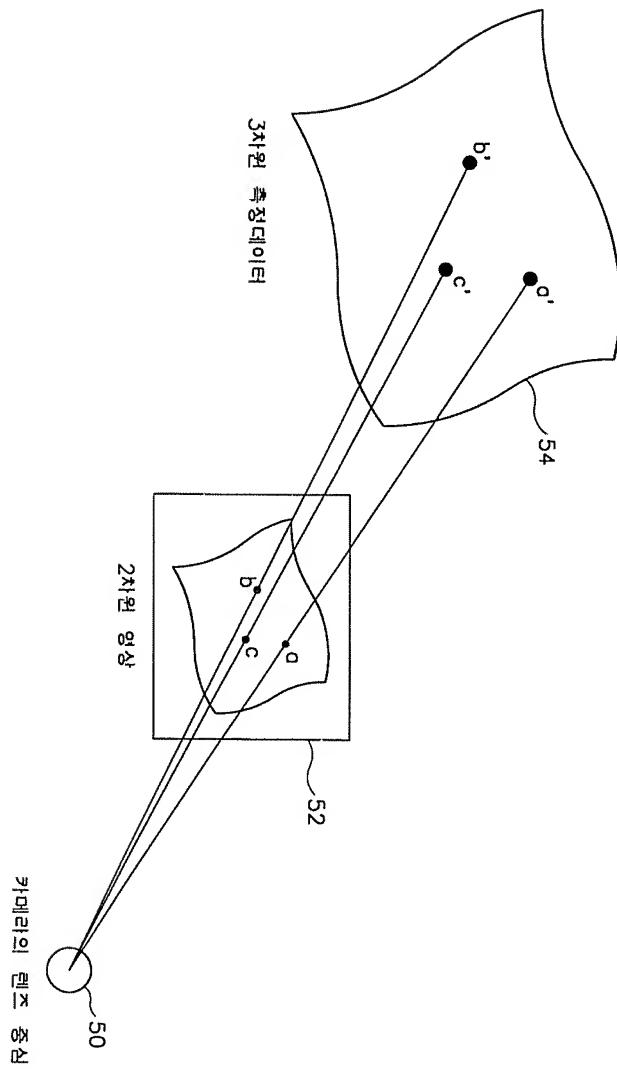
도면5



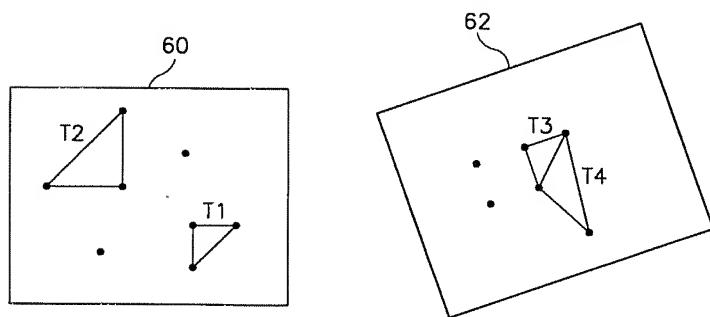
↓ 마커 추출



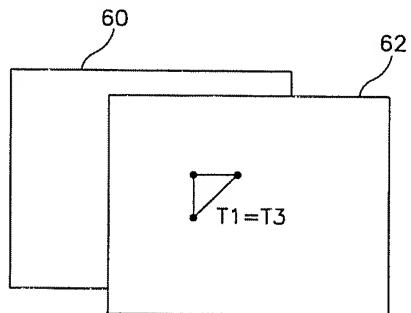
도면6



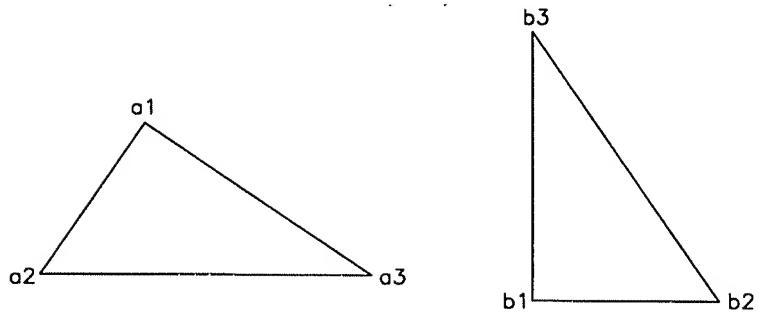
도면7a



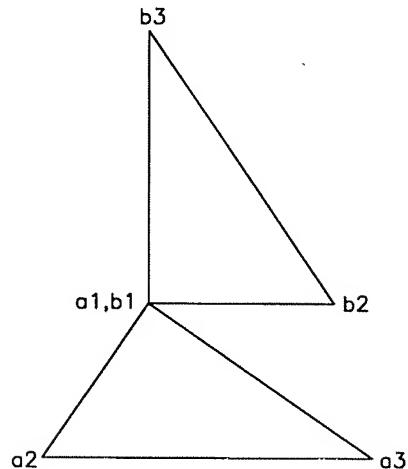
도면7b



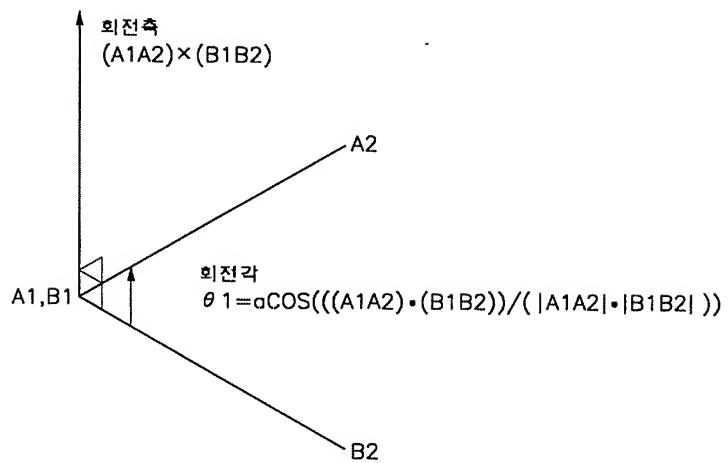
도면8a



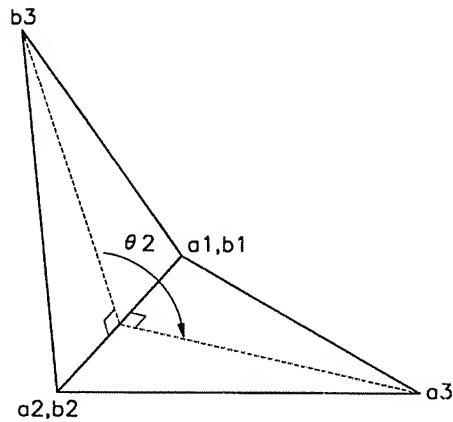
도면8b



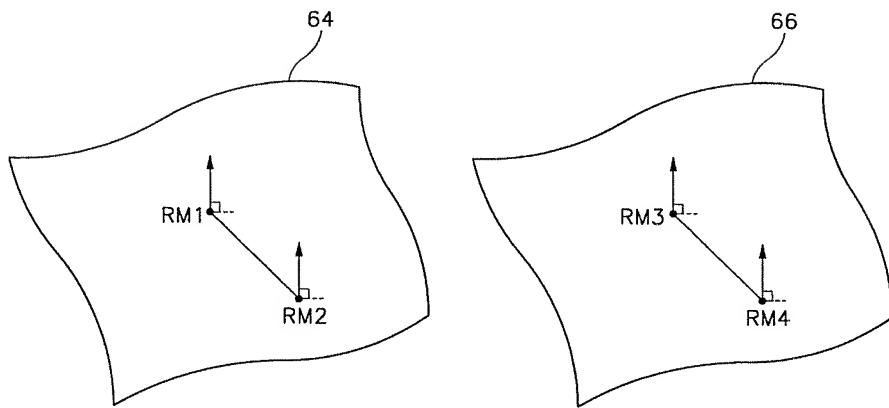
도면8c



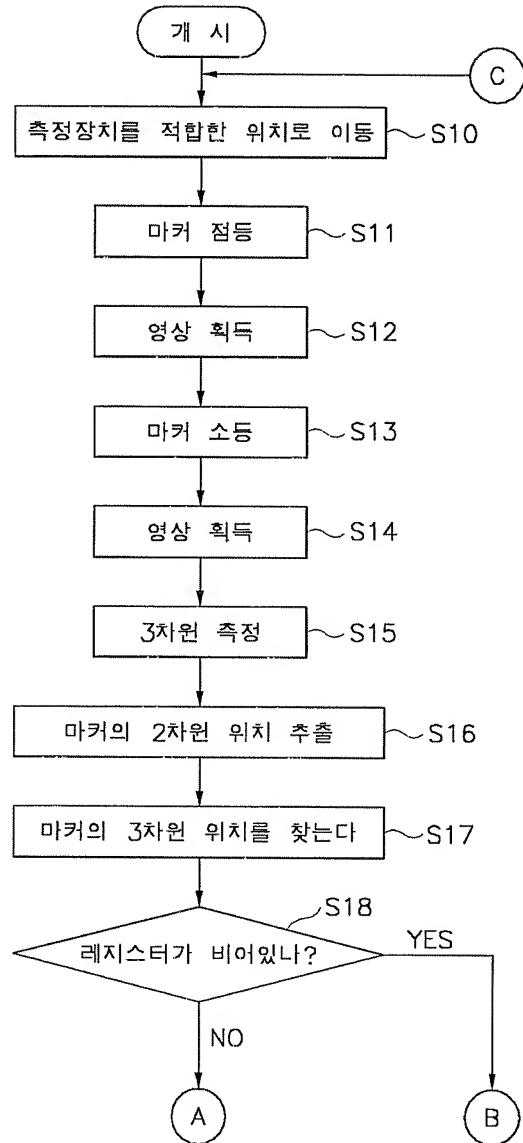
도면8d

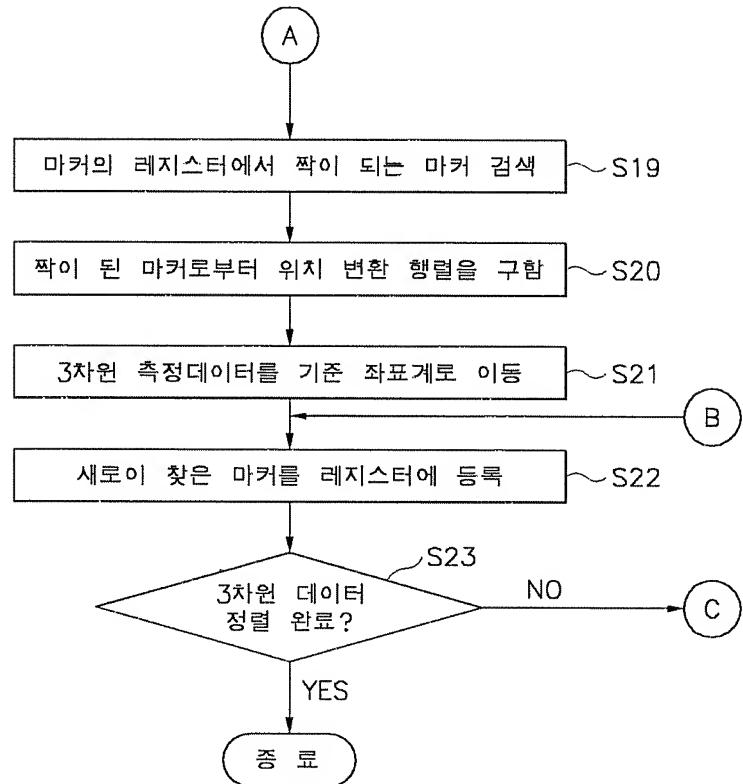


도면9

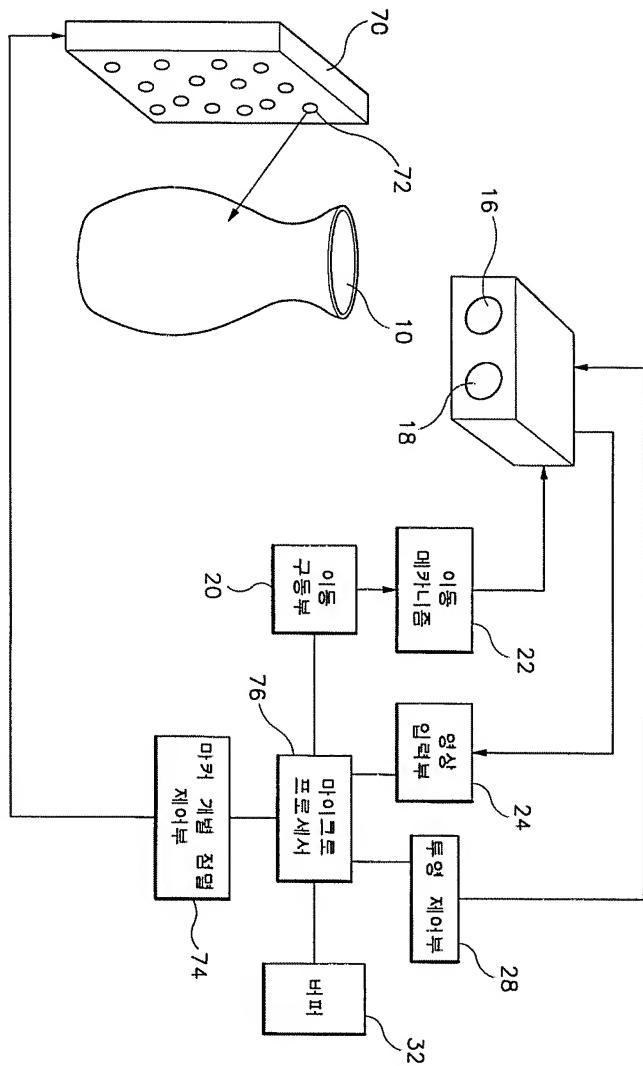


도면10a

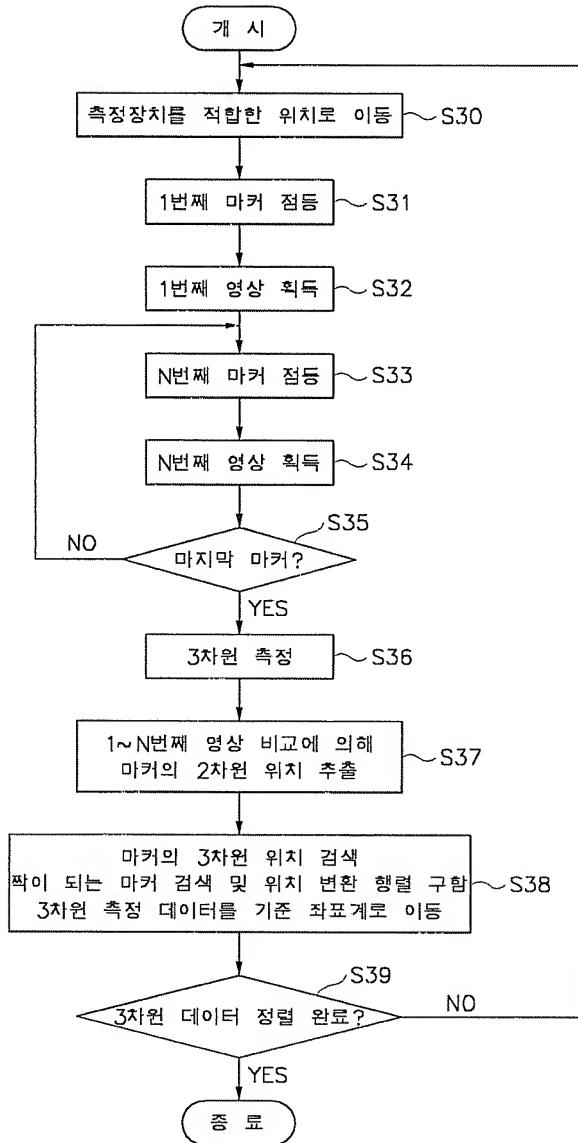




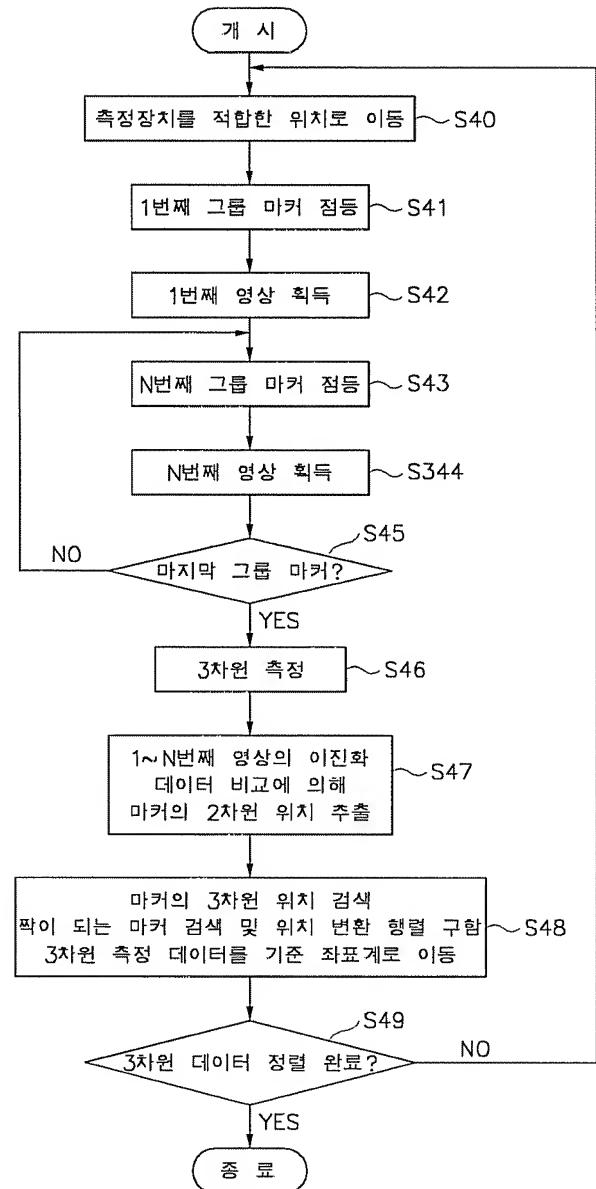
도면 11



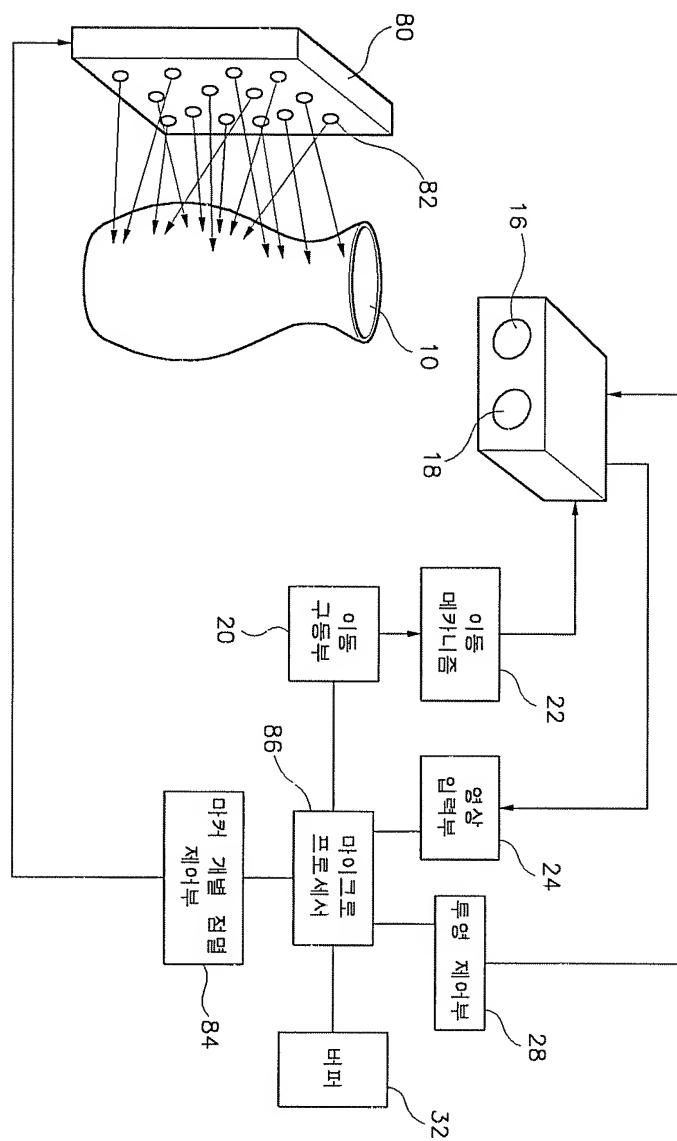
도면12



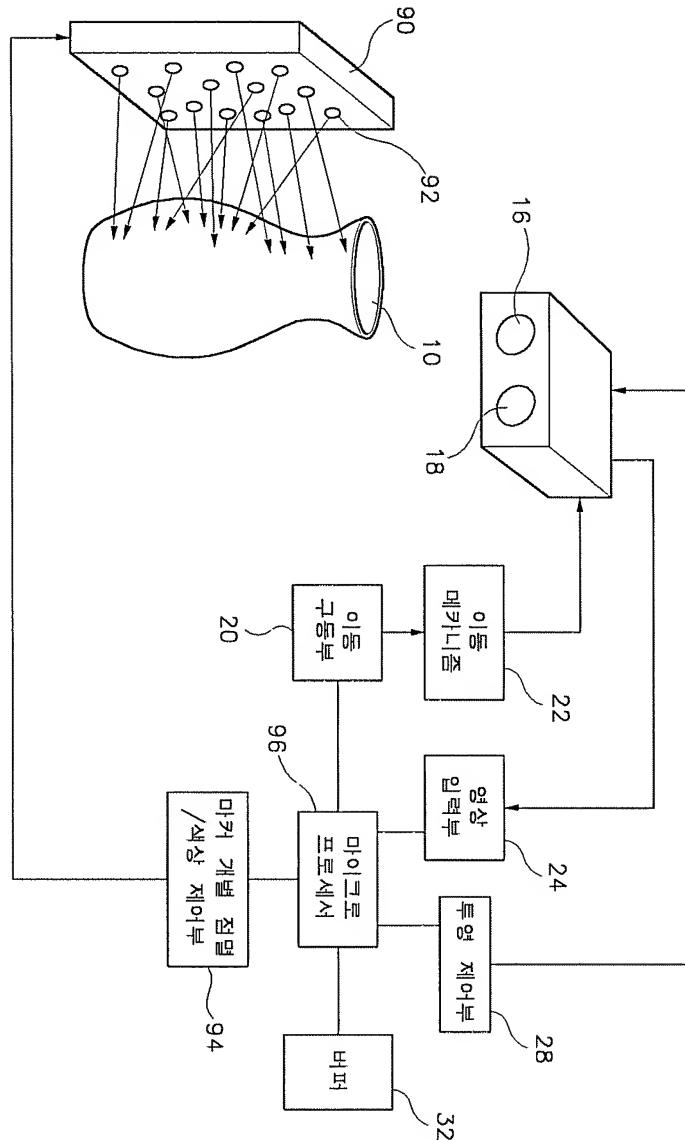
도면13

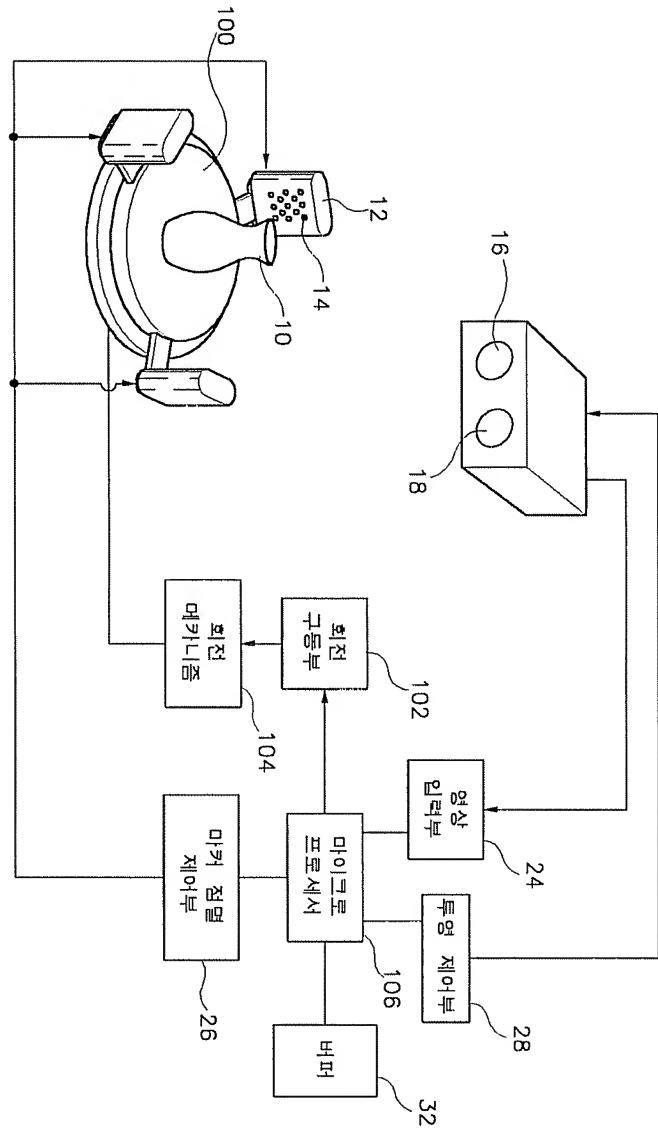


도면14

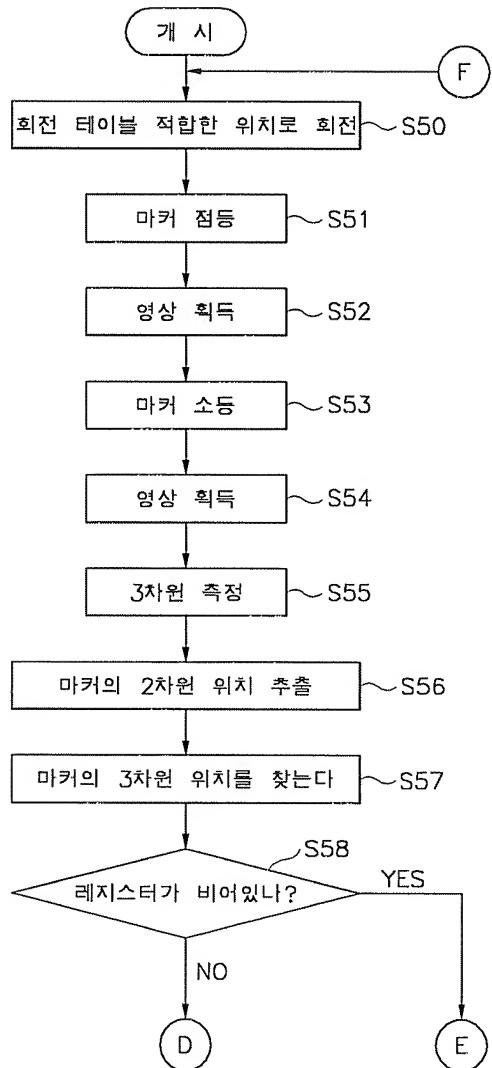


도면15

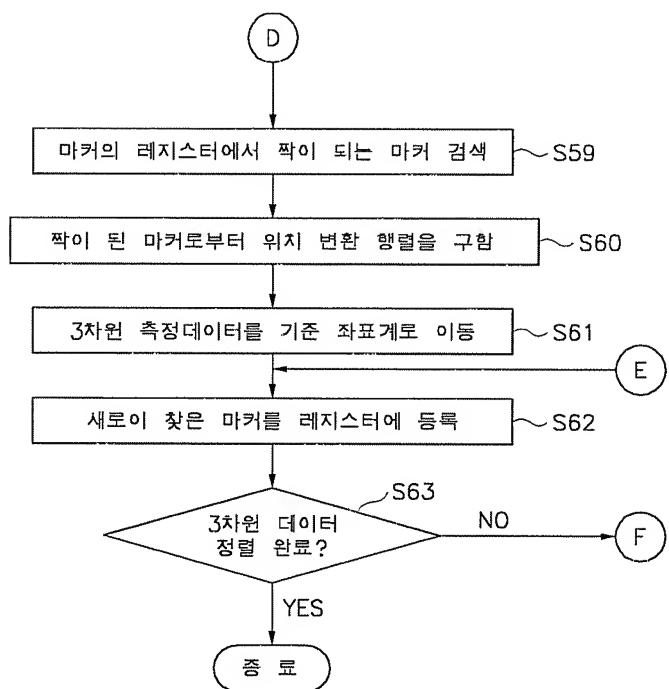




도면17a



도면17b



도면18

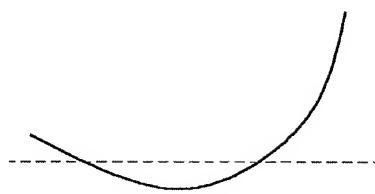
(a)



(b)



(c)



도면19

(a)



(b)

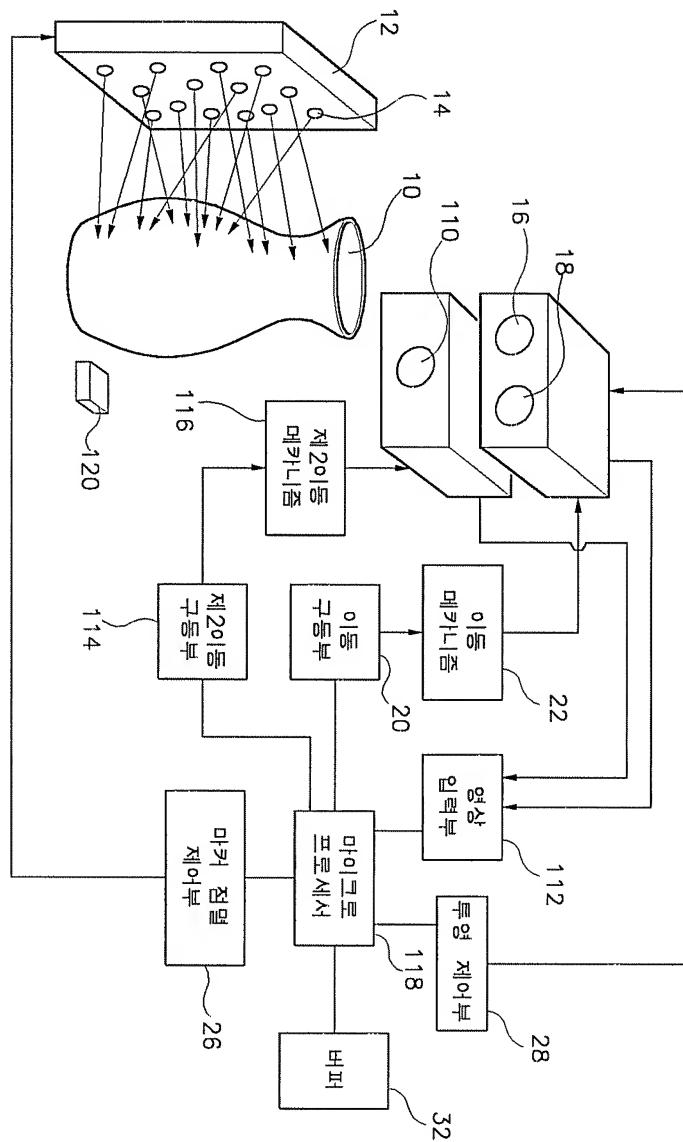


(c)

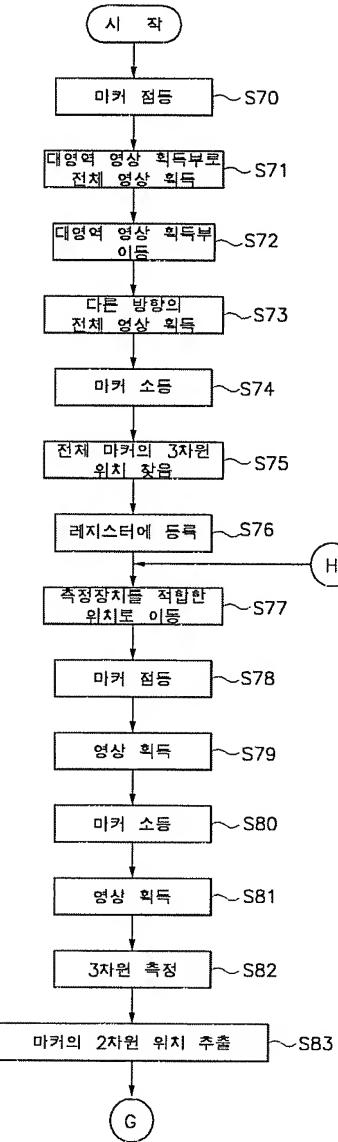


(d)

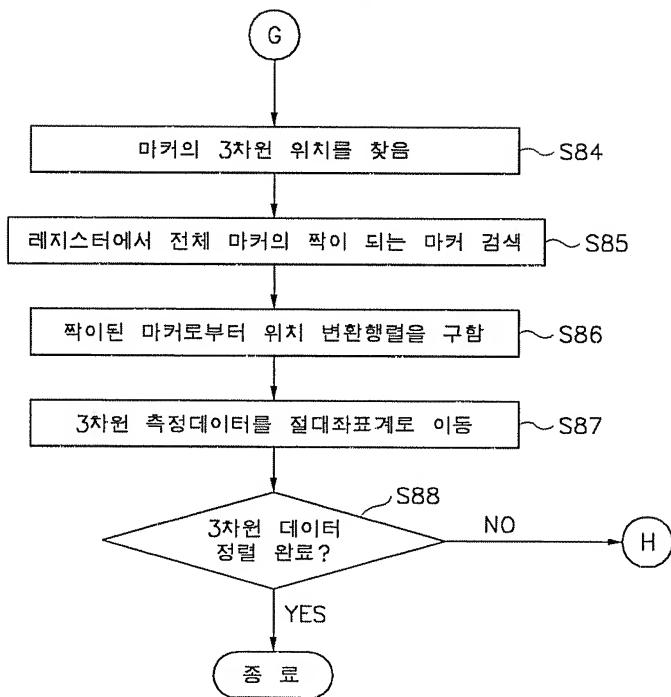




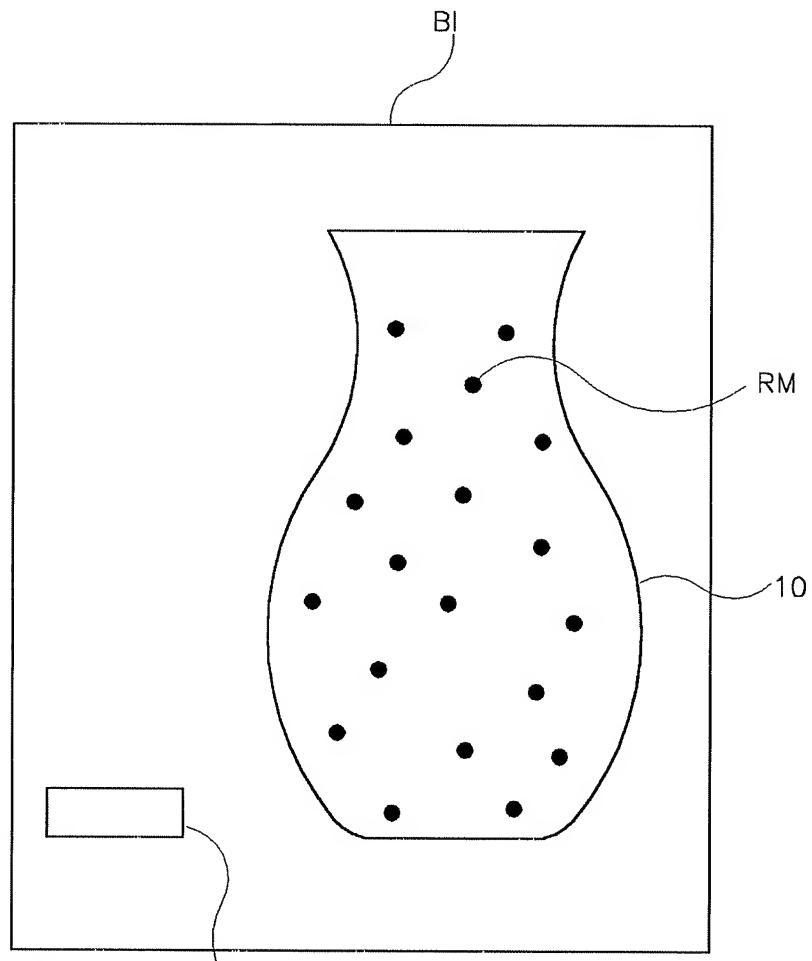
도면21a



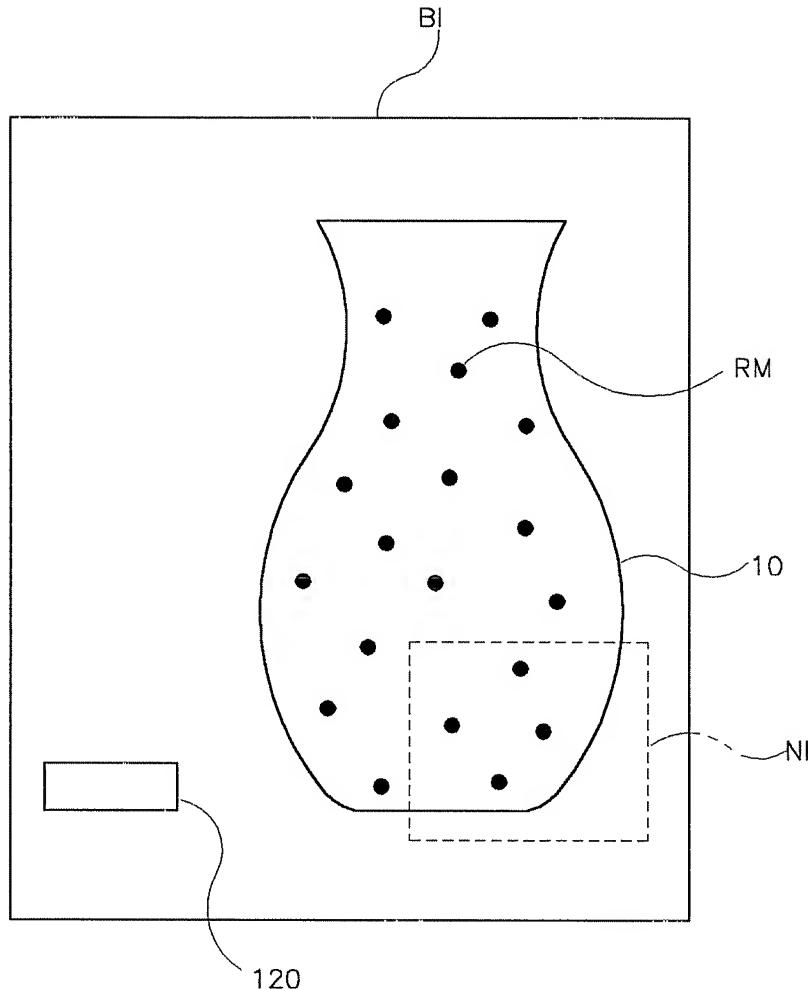
도면21b



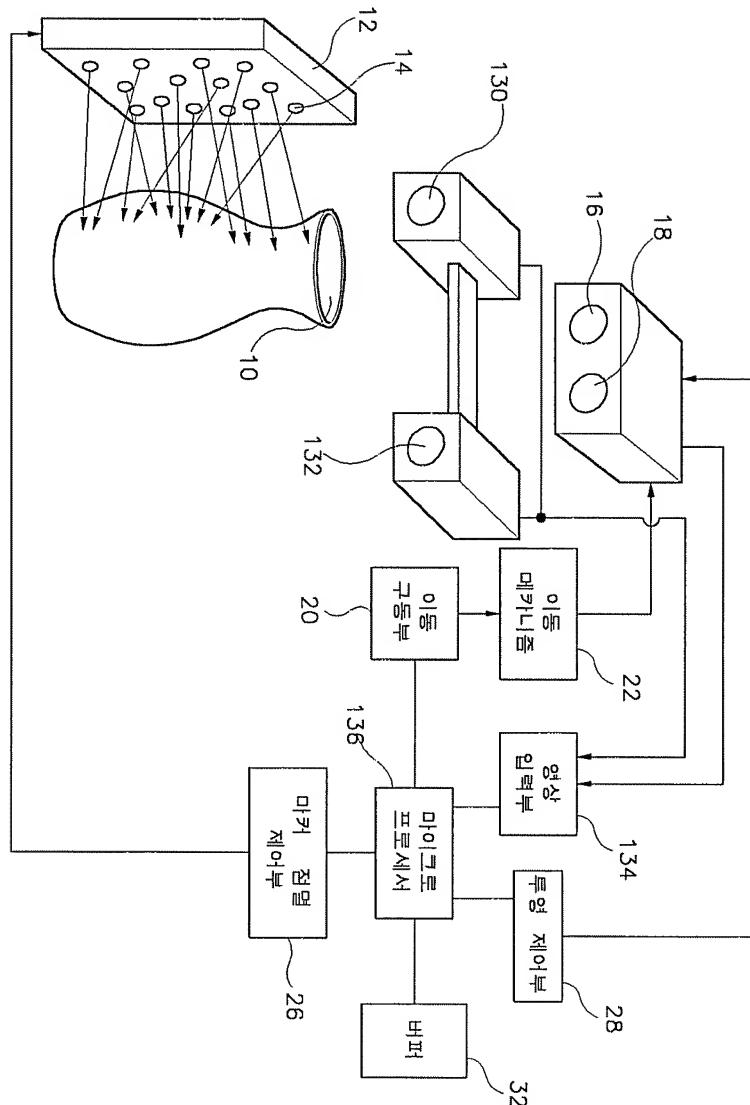
도면22



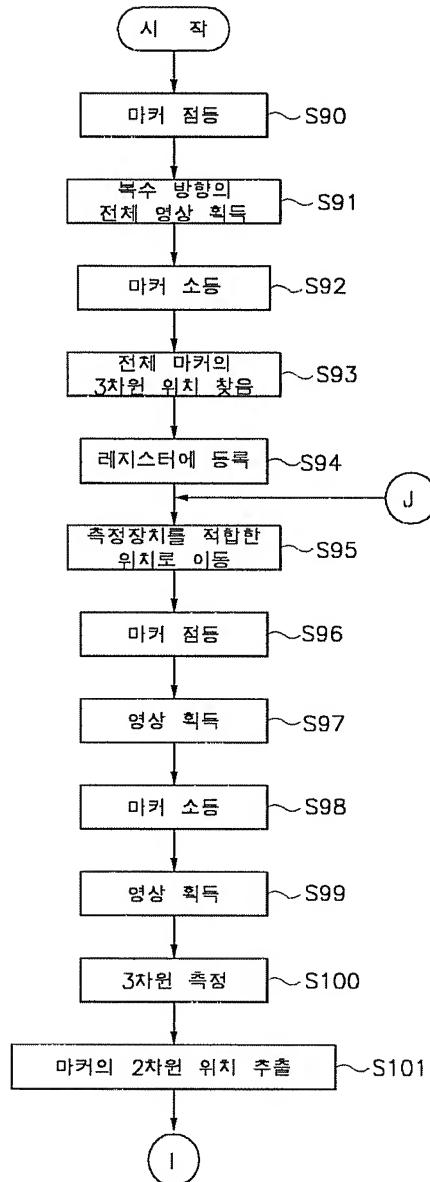
도면23

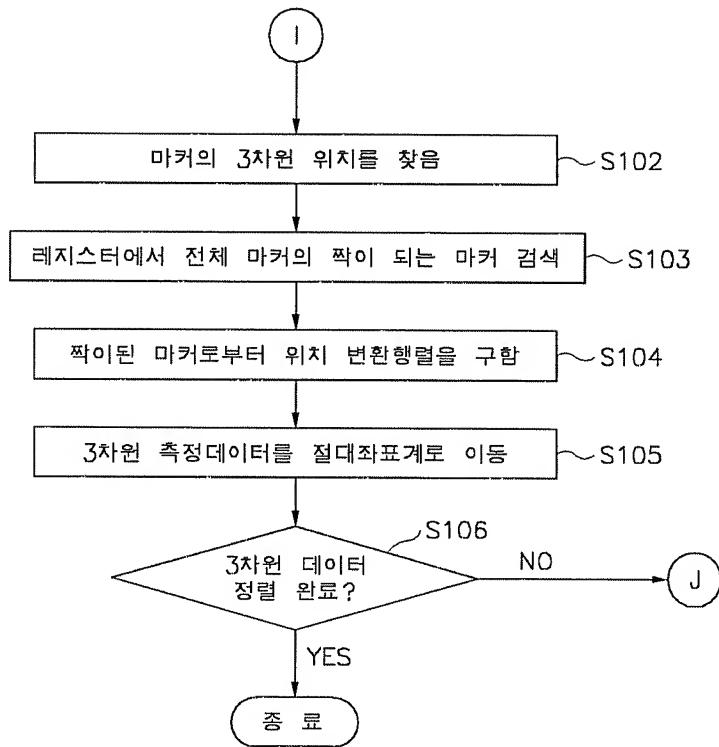


도면 24

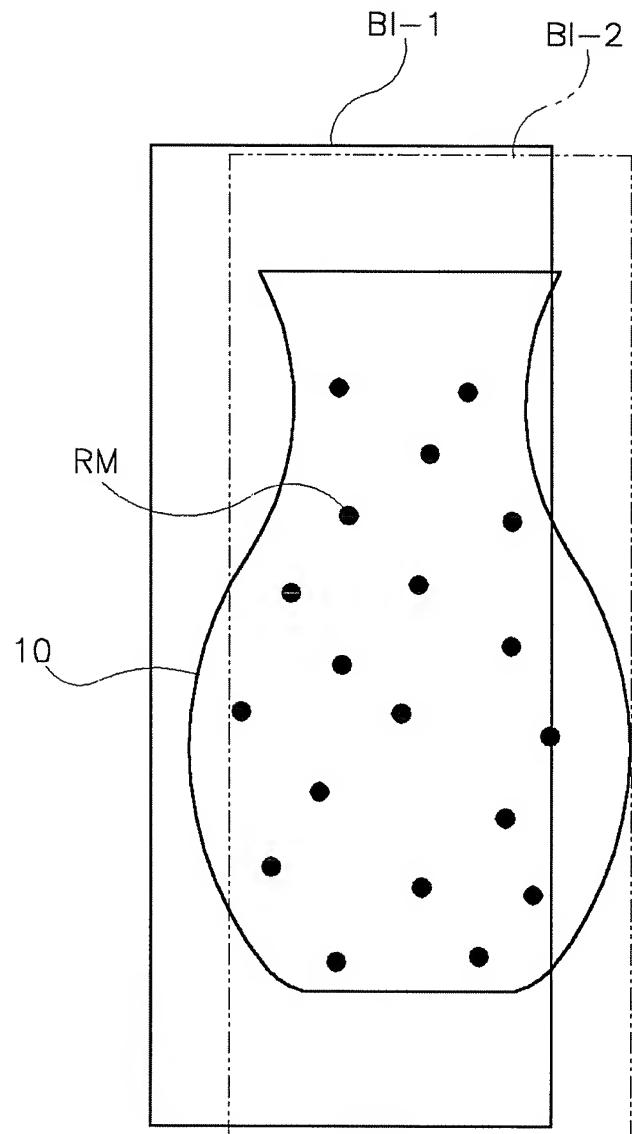


도면25a

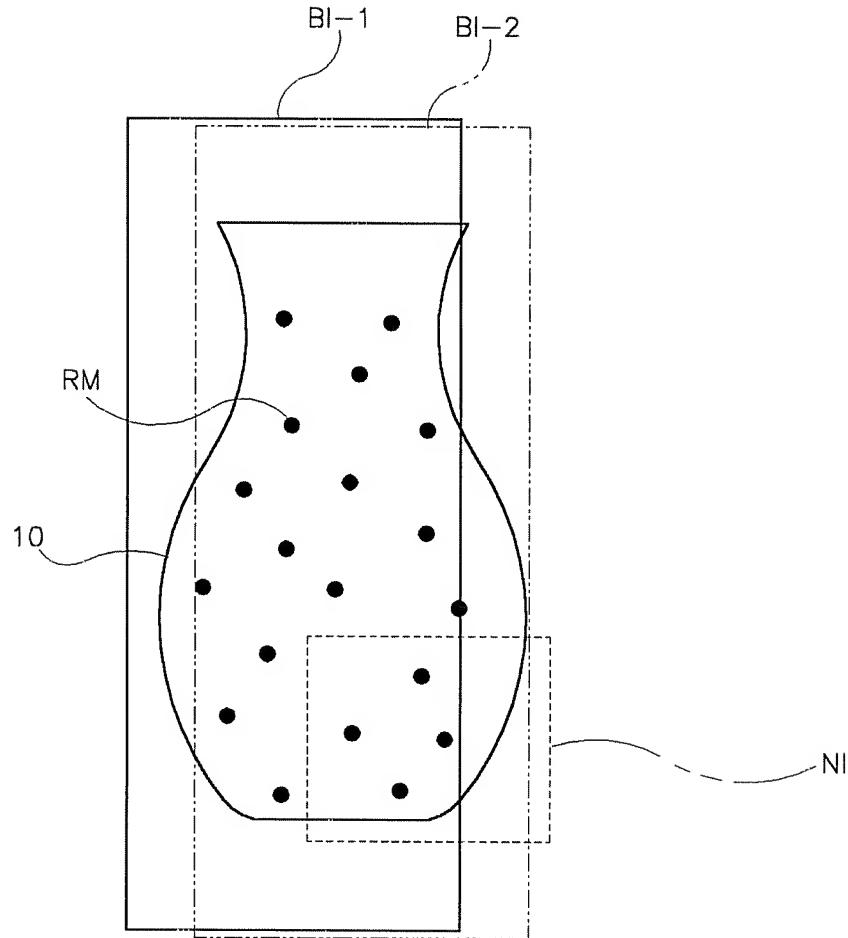




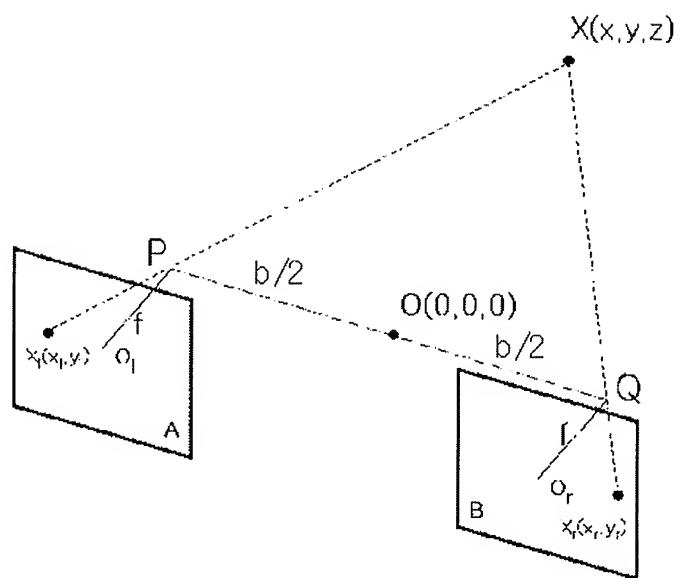
도면26a



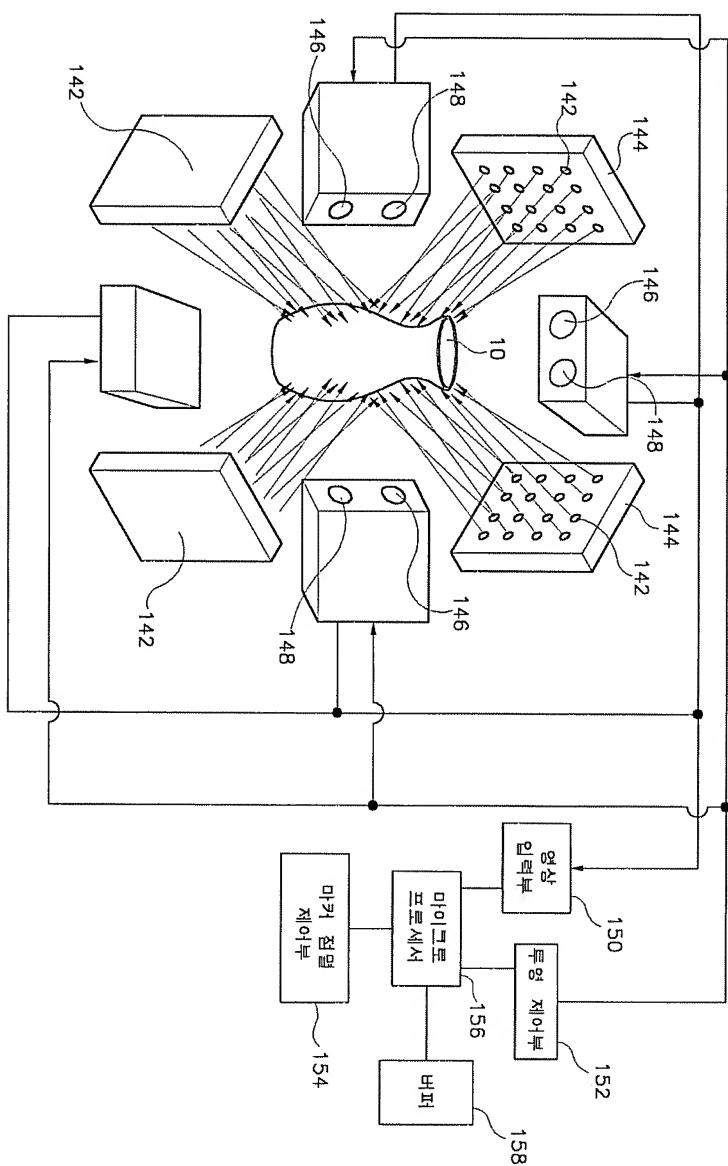
도면26b

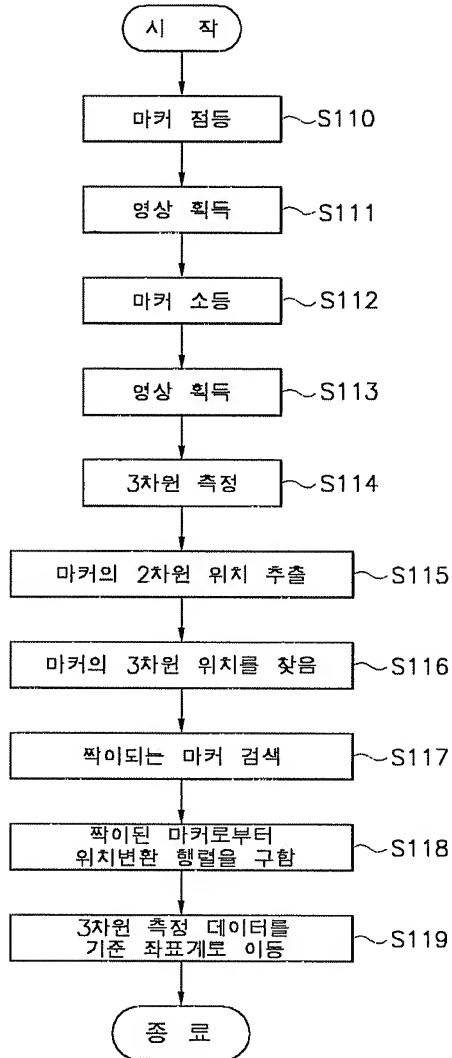


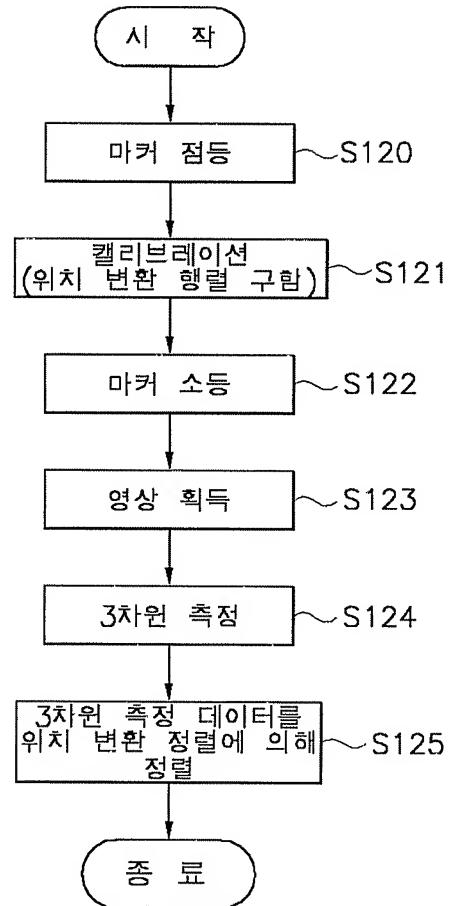
도면27



### 도면 28







도면31

